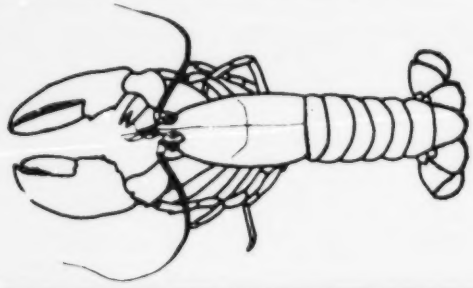
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

Direction de la recherche
scientifique et technique

Cahier d'information
No 117

CROISSANCE DU HOMARD (HOMARUS AMERICANUS) DANS LES PARTIES NORD ET SUD DE L'ARCHIPEL DES ILES-DE-LA-MADELEINE



par

Pierre Dubé

Mars 1986

Québec

Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation
Sous-ministériat aux pêches commerciales
Direction de la recherche scientifique et technique

Cahier d'information
No 117

Croissance du homard, Homarus americanus, dans les parties nord et sud de l'archipel des Iles de la Madeleine

par

Pierre Dubé

Cap-aux-Meules, mars 1986

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

ISBN 2-551-06634-4
Dépôt légal - 2e trimestre 1986
Bibliothèque nationale du Québec

TABLE DES MATIERES

		Page
RESUME		2
ABSTRACT		3
LISTE DES TABLEAUX		4
LISTE DES FIGURES		5
INTRODUCTION		7
MATERIEL ET METHODE		8
1.1	Période de mue	8
1.2	Acquisition des données de croissance	8
1.3	Accroissement de taille à la mue	9
1.4	Incidence de mue et période d'intermue	10
1.5	Croissance annuelle	11
RESULTATS		12
2.1	Période de mue	12
2.2	Accroissement à la mue	12
2.3	Incidence de mue et période d'intermue	14
2.4	Courbes de croissance	16
DISCUSSION ET CONCLUSION		16
REMERCIEMENTS		17
REFERENCES		18
TABLEAUX		21
FIGURES		26

RESUME

Les stades de développement pré-ecdysial des pléopodes indiquent que la saison de mue de 1983 a été plus hâtive de 2 semaines et plus dans la partie sud que dans la partie nord de l'archipel. Des données de marquage et de recapture de homards à l'aide d'étiquettes sphyrion, pour la période de 1979 à 1983, permettent d'évaluer l'accroissement à la mue et la probabilité annuelle de mue dans des zones étudiées au nord et au sud des Iles. La relation entre la probabilité annuelle de mue et la taille est décrite par une fonction parabolique décroissante; nos résultats indiquent que l'incidence de mue est supérieure au sud qu'au nord de l'archipel et ce, pour les deux sexes. L'accroissement à la mue correspond pour les mâles à une croissance progressive ($Y = 1.15x - 0.27$) et pour les femelles, à une croissance arithmétique ($Y = 1.00x + 0.96$). L'ensemble des résultats de croissance appuient la ségrégation nord-sud du homard en deux unités de population. Les courbes de croissance de von Bertalanffy, estimées à partir de la probabilité annuelle de mue sont comparées à des courbes de croissance simulée au moyen de la relation théorique entre la taille et la période d'intermue. Les résultats indiquent, pour l'ensemble de l'archipel, une étroite correspondance entre les deux modèles aux premières tailles calculées et un écart inférieur à 5% entre les âges estimés de 5 à 14 ans pour les mâles et de 6 à 13 ans, pour les femelles.

ABSTRACT

Premoult stages of pleopods indicate that the moulting period in 1983 was two or more weeks earlier on the south side of the archipelago than on the north side. Mark and recapture data on lobster with sphyrion tags during the 1979-1983 period enabled us to calculate growth at moult and annual probability of moulting in areas located on the north and south sides of the islands. The relationship between annual probability of moulting and length is best described by a parabolic curve; results indicate that proportion moulting is greater on the south side than on the north side for both sexes. The relationship between growth at moulting and length is equal between the two areas for males and females. Growth at moulting is progressive with males ($Y = 1.15x - 0.27$) and arithmetic for females ($Y = 1.00x + 0.96$). Overall results on growth support the north-south segregation of lobster into two stock units. Von Bertalanffy growth curves, estimated from annual probability of moulting, are compared with simulated growth curves derived from the theoretical relationship between length and intermoult period. Results indicate close agreement between the two models for the first lengths calculated, and observed differences are less than 5% between estimated ages of 5-14 years for males and 6-13, for females.

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1: Résultats des analyses de covariance des droites de régression entre la longueur pré-exuviale et post-exuviale des homards mâles et femelles. Test du F sur le parallélisme (P) et l'égalité (E) des droites ($P > 0,05$) 21

Tableau 2: Epreuve du F sur la déviation de la linéarité des droites de régression entre la longueur pré-exuviale et post-exuviale des homards recapturés en 1983 dans les parties nord et sud de l'archipel et pour les deux régions regroupées (n correspond au nombre d'observation et K au nombre de groupes ($P > 0.05$) 22

Tableau 3: Paramètres A et B des régressions linéaires de modèles I et II ($LT + 1 = A + (B \times LT)$) entre la taille pré-exuviale (LT) et post-exuviale (LT + 1) des homards marqués en 1981 et recapturés en 1983 dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine et dans les deux régions combinées ($\alpha = 0.05$) 23

Tableau 4: Incidence de mue des homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 dans les parties nord (aires # 4, 6) et sud (aires # 1, 2, 3) des Iles-de-la-Madeleine (classes de 5 mm) 24

Tableau 5: Coefficients des polynomes de régression de degré 1 ($P = A - (B \times \ell)$) et de degré 2 ($P = Ao + B1\ell + B2\ell^2$) entre le pourcentage annuel de mue (P) et la longueur du céphalothorax (ℓ) au marquage, pour les homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 dans les parties nord (aires # 4, 6) et sud (aires # 1, 2, 3) des Iles-de-la-Madeleine. La longueur est exprimée en mm 25

Tableau 6: Paramètres de croissance de von Bertalanffy des homards mâles et femelles dans les parties nord et sud des Iles de la Madeleine et dans les deux régions regroupées 25

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1:	Carte des Iles-de-la-Madeleine illustrant 6 aires d'échantillonnage en 1983, et des parties nord et sud de l'archipel	26
Figure 2:	Stades de développement des pléopodes d'après les critères d'Aiken (1973) et nombre de jours précédant la mue à 10°C pour les homards mâles et femelles capturés du 22 au 29 juin 1983 dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine	27
Figure 3:	Evolution journalière de la température de l'eau de surface à l'Ile d'Entrée et des températures de fond mesurées à 9 mm et 18 mm à l'Ile aux Cormorans, Iles-de-la-Madeleine, du 1er juin au 10 juillet 1981	28
Figure 4:	Histogrammes d'accroissements de taille (longueur du céphalothorax) des homards mâles et femelles marqués dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine (aires # 1, 4) en 1979	29
Figure 5:	Histogrammes d'accroissements de taille (longueur du céphalothorax) des homards mâles et femelles marqués dans la partie nord des Iles-de-la-Madeleine (aires # 6), recapturés en 1982 (A, B), marqués dans la partie sud (aires # 2, 3), recapturés en 1983 (C, D) et marqués dans la partie nord (aires # 6), recapturés en 1983	30
Figure 6A:	Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards mâles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1982. Intervalles de prédiction des droites associés à 0 et 1 mue (α = 0.05)	31
Figure 6B:	Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et la recapture des homards femelles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1982. Intervalles de prédiction des droites associés à 0 et 1 mue (α = 0.05).....	32
Figure 6C:	Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards mâles marqués dans la partie sud (aires # 2, 3) après la période de mue de 1981 et recapturés en 1983. Intervalles de prédiction des droites associés à 0 et 1 mue (α = 0.05)	33
Figure 6D:	Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards femelles marqués dans la partie sud (aires # 2, 3) après la période de mue de 1981 et recapturés en 1983	34

Page

Figure 6E: Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards mâles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1983. Intervalles de prédiction associés à 1 mue (α = 0.05) 35

Figure 6F: Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards femelles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1983. Intervalles de prédiction associés à 1 et 2 mues (α = 0.05) 36

Figure 7: Relation entre le pourcentage annuel de mue et la taille au marquage des homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 dans les parties nord (aires # 4, 6) et sud (aires # 1, 2, 3) des Iles-de-la-Madeleine. (Les chiffres adjacents aux points correspondent aux nombres d'observations) 37

Figure 8: Probabilités annuelles de ponte et de mue du homard femelle dans les parties nord (A) et sud (B) des Iles-de-la-Madeleine (données sur la ponte tirées de Dubé et Grondin 1985) 38

Figure 9: Régression linéaire pondérée par le nombre d'observations entre le logarithme de la période d'intermue estimée et la taille des homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 aux Iles-de-la-Madeleine (saison de croissance de 180 jours). (Les chiffres adjacents aux points correspondent aux nombres d'observations) 39

Figure 10: Relation théorique entre la période d'intermue et la longueur du céphalothorax pour le homard des deux sexes des Iles-de-la-Madeleine et pour le homard mâle de Terre-Neuve 40

Figure 11: Courbes de croissance de von Bertalanffy des homards mâles et femelles dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine 41

Figure 12: Courbes de croissance de von Bertalanffy estimées par le produit de l'accroissement à la mue et de la probabilité annuelle de mue et courbes de croissance simulées à partir de l'accroissement à la mue et de la période théorique d'intermue pour le homard des deux sexes des Iles-de-la-Madeleine 42

INTRODUCTION

La compréhension de la dynamique de population d'une espèce exploitée repose en grande partie sur la connaissance des différents événements biologiques associés à la croissance et sur la détermination du taux de croissance. Chez les crustacés, l'estimation de la croissance est compliquée par l'absence de structures morphologiques qui permettent une détermination directe de l'âge (écailles, otolithes, vertèbres, rayons des nageoires...) et par la nature discontinue de la croissance qui s'effectue à la mue. Chez H. americanus, les principales techniques d'étude de la croissance comprennent l'analyse polymodale des distributions de tailles, l'application des données d'accroissement annuel à l'analyse de Ford-Walford (Russel 1980) et l'intégration des données d'accroissement à la mue et de probabilité annuelle de mue (Cooper and Uzmann 1977, Ennis 1980, Fogarty and al. 1982, Campbell 1983). Dans cette étude, nous utilisons la troisième technique en l'appliquant aux données de marquage et de recapture obtenues à l'aide d'une étiquette permanente qui résiste à la mue. Dans une population largement exploitée, une difficulté supplémentaire survient par la rareté relative d'individus de grande taille pour lesquels la probabilité annuelle de mue est moins précise ou simplement inconnue.

Aux Iles de la Madeleine, aucune estimation du taux de croissance n'est dsiponible pour les populations naturelles de homard. De récents travaux de marquage et de recapture indiquent la présence de deux unités de population associées aux parties nord et sud de l'archipel (Dubé 1984); des résultats obtenus sur la maturité sexuelle du homard femelle confirment cette ségrégation nord - sud de la population (Dubé et Grondin 1985). Les principaux objectifs de ce travail sont : 1) vérifier si les périodes de mue sont synchrones ou décalées entre les deux unités de population, 2) vérifier s'il existe une différence pour chaque composante de la croissance, soit l'accroissement à la mue et la probabilité annuelle de mue, entre les parties nord et sud de l'archipel, 3) déterminer les courbes de croissance en tenant compte des similitudes ou différences observées entre les deux unités de population et en précisant les intervalles de tailles à l'intérieur desquelles les extrapolations calculées demeurent fiables.

MATERIEL ET METHODE

1.1 PERIODE DE MUE

Afin de déterminer la période durant laquelle les homards muent, nous utilisons une technique prédictive de la mue décrite par Aiken (1973) qui repose sur les stades de développement des pléopodes. Du 22 au 29 juin 1983, soit à la fin de la saison de pêche (10 mai - 10 juillet), 1193 pléopodes ont été récoltés dans 6 aires de pêche au cours des activités annuelles d'échantillonnage en mer (Lamoureux et al. 1983) (fig. 1). La partie terminale de l'endopodite du 4ième pléopode droit a été prélevée au ciseau et gardée individuellement dans un vial contenant de l'eau de mer. Les pléopodes conservés à une température d'environ 5°C ont été examinés dans les 24 heures suivantes afin de déterminer le stade de développement pré-edcysial chez les deux sexes (Aiken 1973) ainsi que le stade de développement des glandes à cément chez la femelle (Aiken and Waddy 1982). Pour la femelle, la présence de glandes à cément bien développées (stades 3, 4) indique une ponte pour la saison en cours. Puisque théoriquement la majorité des femelles qui pondent ne mueront pas au cours de la même saison (Aiken and Waddy 1980), seules sont considérées les femelles dont les glandes à cément indiquent une absence de ponte (stades 1, 2). Les stades de pré-ecdysie du pléopode, associés à la température de l'eau au cours de la même période nous permettent de déterminer approximativement le début de la période de mue dans les parties nord et sud de l'archipel. Puisqu'aucune série représentative de température sur les fonds de pêche n'est disponible pour 1983, nous utilisons des données de température de surface récoltées à l'Ile d'Entrée (aire # 3) et de température de fond (Dobson et al. 1981) mesurées à 9 m. et 18 m. à l'Ile Shag (aire # 2) en 1981.

1.2 ACQUISITION DES DONNEES DE CROISSANCE

Un premier marquage de 1 233 homards a été effectué du 1er au 30 juillet 1981 dans la partie nord des Iles de la Madeleine (aire # 6), avant la période de mue et un second marquage de 2 422 homards dans la partie sud (aires # 2, 3), du 2 au 15 septembre 1981, après la période de mue. Les homards

ont été capturés au casier conventionnel, marqués d'une étiquette «sphyrion» (Scarratt and Elson 1965; Cooper 1977) à bord du bateau et remis à l'eau à proximité du site de capture. Pour chaque homard étiqueté (58 - 132 mm), les renseignements suivants ont été notés : la longueur du céphalothorax en mm, le sexe et la présence d'oeufs. Les homards recapturés au casier par les pêcheurs au cours des saisons de pêche (10 mai - 10 juillet) de 1982 et 1983 ont été rapportés au quai et mesurés de nouveau. Les données ainsi récoltées nous ont permis de comparer l'accroissement à la mue dans la partie nord, par les recaptures de 1982 et dans la partie sud, par celles de 1983. Les mêmes données de marquage et de recapture ont été utilisées pour estimer l'incidence de mue par classe de tailles (classes de 5 mm). Une estimation additionnelle de l'accroissement à la mue a été faite à partir des recaptures obtenues dans la partie nord de l'archipel en 1983. Puisque chez H. americanus, l'incidence de mue serait susceptible de varier davantage d'une année à l'autre que l'accroissement à la mue (Ennis 1981), nous utilisons des données complémentaires de marquage effectué après la période de mue de 1979 (Anonyme 1978) et de recaptures récoltées en 1980 dans les aires # 1 (partie sud) et # 4 (partie nord) (Dubé 1984) afin d'obtenir une estimation plus représentative de l'incidence de mue dans les deux parties de l'archipel.

1.3 ACCROISSEMENT DE TAILLE A LA MUE

Afin de déterminer le nombre de mues effectuées par un homard entre le marquage et la recapture, nous utilisons d'abord la technique d'Hepper (1967) en observant la distribution de fréquences d'accroissement de tailles des mâles et des femelles non oeuvées, et en interprétant chaque mode comme un groupe possible de mue. Chaque homard est alors classé de façon préliminaire à l'intérieur d'un des groupes suivants : 0, 1, 2 mues et «incertain». Le travail est complété en examinant les nouveaux groupes de mue qui apparaissent en mettant en relation la longueur au marquage et celle à la recapture. Des droites de régression linéaire prévisionnelle (modèle 1) et les intervalles de prédiction ($\alpha = 0.05$) sont tracées pour les groupes associés à 0,1 et 2 mues. Les homards initialement classés «incertain» et dont les coordonnées de marquage et de recapture se situent à l'intérieur des intervalles de prédiction sont retenus et

et assignés au groupe correspondant. Tous les homards dont les coordonnées se situent à l'extérieur des intervalles de prédiction sont définitivement écartés.

L'équation de croissance d'Hiatt (1948) qui décrit par une droite la relation entre les tailles pré-exuviales et post-exuviales est établie pour les mâles et les femelles qui ont effectué une seule mue entre le marquage et la recapture. La comparaison des pentes et des ordonnées à l'origine est effectuée par des analyses de covariance entre les deux saisons de recapture de 1982 et 1983 dans la partie nord (aire # 6), entre les deux aires de marquage avec les recaptures de 1982, et entre les deux aires de marquage avec les recaptures de 1982 au nord et celles de 1983, au sud. Kurata (1962) suggère que les droites d'accroissement à la mue des homards matures et immatures seraient caractérisées par des constantes différentes et Mauchline (1976), que l'équation d'Hiatt est mieux décrite par une hyperbole que par une droite. Nous mesurons la linéarité de la relation d'Hiatt selon deux approches. Dans la première, nous vérifions s'il y a déviation significative de la linéarité à l'intérieur de la régression linéaire (Sokal and Rohlf 1981). Dans la seconde, nous examinons les régressions polynomiales de degrés 1 et 2 en vérifiant si l'introduction d'un terme supplémentaire à la relation linéaire est sifnificative (Test du F; Zar 1974). Les paramètres de régression linéaire sont déterminés par la régression fonctionnelle de type MG (moyenne géométrique; Ricker 1980) et comparés aux paramètres estimés par la régression prévisionnelle ordinaire.

1.4 INCIDENCE DE MUE ET PERIODE D'INTERMUE

Le pourcentage annuel de mue est estimé pour chaque sexe par classe de tailles de 5 mm pour les parties nord et sud de l'archipel, avec les données combinées des marquages de 1979 et 1981 et des recaptures correspondantes obtenues après la première période de mue suivant le marquage. La relation entre le pourcentage de mue et la taille est établie en comparant l'ajustement des données par des régressions polynomiales de degrés 1 et 2; les données correspondant à un nombre d'observations inférieur à 5 ou à pourcentage nul sont éliminées. Mauchline (1977) montre qu'il existe une relation linéaire entre le logarithme de la période d'intermue et la taille pour de nombreux

crustacés décapodes dont H. americanus. Afin d'appliquer cette relation à nos données, nous posons comme hypothèse que la saison de croissance du homard, aux Iles de la Madeleine est égale à celle estimée par Mauchline (1977) pour le homard de Terre-Neuve, soit 180 jours. La période d'intermue pour une classe de tailles correspond au nombre de jours nécessaires pour que tous les homards muent, en considérant le pourcentage annuel de mue de la classe. Ainsi un pourcentage de mue de 100% correspond à 180 jours d'intermue et un pourcentage de 50%, à 360 jours. Une régression linéaire pondérée par le nombre d'observations est calculée entre le logarithme de la période d'intermue estimée et la taille.

1.5 CROISSANCE ANNUELLE

L'accroissement annuel de la taille est calculé en effectuant le produit du pourcentage annuel de mue par l'accroissement moyen à la mue estimés à cette taille. Puisque l'âge individuel d'un homard ne peut être déterminé, nous fixons arbitrairement à 5 et 6 ans l'âge moyen d'un homard mâle et femelle de 63 mm. Nous utilisons la taille de 63 mm comme valeur de départ puisqu'elle correspond à la première classe de longueurs des homards capturés dans nos casiers. Les tailles successives de 5 à 12 ans sont calculées pour les mâles, jusqu'à 110 mm et de 6 à 10 ans, pour les femelles, jusqu'à 90 mm. Les dernières tailles calculées correspondent approximativement aux dernières tailles auxquelles un estimé du pourcentage de mue est disponible. Les longueurs calculées aux différents âges sont ensuite ajustées par le modèle de von Bertalanffy:

$$lt = L\infty\,(1-e^{-k(T-To)})$$

dans laquelle :

- lt = Longueur à l'âge t
- L∞ = Longueur maximale atteinte
- K = Coefficient de Brody
- T = Age en cours
- To = Age théorique où lt = o

Les courbes de croissance sont établies par sexe pour les parties nord, sud de l'archipel et pour les deux régions combinées. Les courbes de von Bertalanffy calculées pour l'ensemble de l'archipel sont comparées aux courbes de croissance simulée et obtenues par les relations taille-période d'intermue et taille-accroissement à la mue.

RESULTATS

2.1 PERIODE DE MUE

Les stades de mue des homards échantillonnés du 22 au 29 juin 1983 dans les parties nord et sud de l'archipel apparaissent à la figure 2 et l'évolution de la température de l'eau, du 1er juin au 10 juillet 1980, pour 2 sites situés dans la partie sud, à la figure 3. A la fin du mois de juin, la température de l'eau en surface et à 9 mètres se situe autour de 9-10°C, tandis que celle mesurée à 18 mètres, à 7.5 - 8.0°C. Puisque la majorité des fonds de pêche des Iles de la Madeleine sont compris entre les profondeurs de 9 et 18 mètres (Dubé 1984), la température moyenne sur les fonds à cette époque correspondrait approximativement à 9°C. Cette température est donc très voisine de la température de référence de 10°C que nous utilisons et pour laquelle Aiken (1973) estime le nombre de jours qui précèdent la mue pour chaque stade de développement des pléopodes. On observe d'une part que les stades de mue sont plus avancés au sud qu'au nord de l'archipel pour les deux sexes. Dans la partie sud, les premiers mâles, soit environ 2%, mueraient 13 jours après la période d'échantillonnage et environ 15%, 20-22 jours après. Dans la partie nord, les premiers mâles, soit seulement 1%, mueraient 27-33 jours après la période d'échantillonnage et 2%, 36-40 jours après. On observe également que près de 30% des mâles mueraient à l'intérieur des 40 jours qui suivent la période d'étude au sud contre 3% au nord. Bien que ces résultats ne permettent pas d'évaluer de façon plus rigoureuse les périodes de mue, en raison du faible degré de développement des pléopodes, ils indiquent cependant de façon assez nette qu'il existe un décalage d'au minimum de 2-3 semaines entre les parties nord et sud de l'archipel.

2.2 ACCROISSEMENT A LA MUE

Les histogrammes d'accroissement entre le marquage effectué avant la période de mue de 1979 et les recaptures de 1979 et 1980 apparaissent à la figure 4. On observe pour les deux sexes la présence d'un mode principal qui représente les homards ayant effectué une seule mue entre la marquage et la recapture. Les limites d'accroissement de tailles associées à ce mode sont,

pour les mâles, 9 mm et 22 mm, et pour les femelles, 7 mm et 20 mm. Les distributions d'accroissements de taille associées à 0 mue présentent une assymétrie et suggèrent la présence d'un biais systématique introduit dans la mesure des homards. Les accroissements inférieurs au mode principal associé à une mue sont alors interprétés comme des accroissements effectifs nuls. C'est pourquoi les données de 1979 n'ont pas été utilisées pour la détermination de l'accroissement à la mue. Cependant, les résultats sont retenus comme données complémentaires à celles de 1981 pour estimer le pourcentage annuel de mue.

Les histogrammes d'accroissements observés entre le marquage de 1981 et la recapture sont présentés à la figure 5. La présence de modes assez bien définis nous permet de classer de façon préliminaire les homards à l'intérieur des groupes de 0, 1 et 2 mues. Pour chaque groupe de mue, une droite de régression prévisionnelle (modèle 1) entre les longueurs au marquage et la recapture et les intervalles de prédiction sont calculées (fig. 6A -F). Les points se distribuent de façon assez nette à l'intérieur de différentes familles de droites qui correspondent aux groupes de mues initialement définis. La majorité des 491 points associés de façon préliminaire à l'un des groupes de mue sont inscrits à l'intérieur des intervalles de prédiction correspondantes et leur classification initiale est alors retenue à l'exception de 5 d'entre eux, situés à l'extérieur des intervalles de prédiction qui sont éliminés.

Les droites de régression entre les longueurs pré-exuviales et post-exuviales des homards qui ont mué une seule fois sont comparées pour chaque sexe par des analyses de covariance (tableau 1). La comparaison de droites entre régions indique, pour les deux sexes, aucune différence significative d'accroissement parmi les recaptures de 1983 et des différences entre les recaptures de 1982 au nord des Iles et celles de 1983 dans la partie sud. La comparaison des droites entre les deux années de recapture dans la partie nord indique une différence d'accroissement pour les mâles. L'ensemble des résultats suggère que les différences d'accroissement observées se situent entre les deux années de recapture et qu'il n'existe pas de différence d'accroissement entre les deux régions. Puisque l'accroissement mesuré dans la partie nord en 1982 concerne des homards marqués en juillet 1981, peu avant la période de mue, il est possible que le marquage ait eu un effet sur le taux d'accroissement du homard par opposition

aux recaptures de 1983, pour lesquelles plus de 9 mois se sont écoulés entre le marquage et la mue dans les deux régions. Les données d'accroissement récoltées en 1982 ont été éliminées et de nouvelles relations ont été établies en groupant les recaptures de 1983 dans les parties nord et sud de l'archipel. L'épreuve de F sur la linéarité des nouvelles droites n'indique aucune déviation significative de la linéarité pour les deux sexes dans chacune des 2 régions et pour les 2 régions regroupées (tableau 2). On a également vérifié si l'ajustement des données est améliorée de façon significative par l'utilisation d'un modèle quadratique plutôt que d'un modèle linéaire. Les résultats indiquent que l'introduction d'un terme supplémentaire à l'équation du premier degré n'est pas significative ($P < 0.05$) et appuient les conclusions énoncées précédemment sur la linéarité de la droite.

Les paramètres de régression prévisionnelle (modèle I) et fonctionnelle (modèle II) entre les longueurs pré-exuviales et post-exuviales des homards recapturés en 1983 apparaissent au tableau 3. On observe que les pentes obtenues avec le modèle II sont légèrement supérieures à celles calculées avec le modèle I; l'écart est cependant faible en raison de la corrélation très élevée qui existe entre les deux variables (Laws and Archie 1981). Les équations d'accroissement à la mue calculées avec le modèle II de régression et pour les 2 régions regroupées sont :

Mâles $Y = 1.15X - 0.27$ $(r^2 = 0.96; N = 99)$

Femelles $Y = 1.00X + 0.96$ $(r^2 = 0.92; N = 69)$

où Y et X correspondent respectivement à la taille post-exuviale et à la taille pré-exuviale. La pente de la droite d'accroissement des mâles est supérieure à 1.05 ($P > 0.05$) et rencontre les critères de Kurata (1962) pour une croissance progressive ($b \geq 1.05$), c'est-à-dire que l'accroissement à la mue augmente avec la taille pré-exuviale, tandis que la pente de la droite d'accroissement des femelles est égale à 1 et arithmétique ($1.05 > b \geq 0.95$), c'est-à-dire que l'accroissement à la mue est constant en fonction de la taille pré-exuviale.

2.3 INCIDENCE DE MUE ET PERIODE D'INTERMUE

Les pourcentages de mue estimés à partir des accroissements observés entre les deux périodes de marquage de 1979, 1981 et les recaptures

correspondantes sont présentés au tableau 4 pour les deux sexes et pour les parties nord et sud de l'archipel. Les données associées aux deux périodes de marquage ont été combinées pour augmenter le nombre d'observations par classe de tailles et pour obtenir une meilleure représentativité de l'incidence de mue, qui est susceptible de varier d'une année à l'autre selon les conditions de température (Ennis 1981). Les résultats indiquent que l'incidence de mue est supérieure dans la partie sud que dans la partie nord de l'archipel pour les deux sexes. Des régressions polynomiales de degrés 1 et 2 sont calculées entre le pourcentage de mue et la taille (tableau 5). Les résultats indiquent qu'un meilleur ajustement des données est obtenue par la relation quadratique que par la relation linéaire pour 3 des 4 groupes de données et les quatre relations quadratiques sont retenues; les courbes correspondantes apparaissent à la figure 7.

Afin de valider nos résultats sur l'incidence de mue, les relations décrivant la probabilité de ponte (Dubé et Grondin 1985) et la probabilité de mue des femelles sont comparées entre elles dans les parties nord et sud de l'archipel (fig. 8). Dans la partie nord, on observe une relation inverse entre les deux courbes; aux différentes tailles, la somme des probabilités de ponte et de mue est voisine de 100%. Ce résultat est conforme au cycle vital de la femelle chez laquelle la ponte et la mue ne sont pas effectuées au cours d'une même année. Au sud, la somme des probabilités de ponte et de mue excède 100% aux différentes tailles; cependant les tailles associées à 0% et 100% de ponte et de mue sont très voisines et suggèrent la compatibilité des 2 relations.

Les périodes d'intermue estimées à partir des pourcentages de mue combinés pour les deux parties de l'archipel en considérant une saison de croissance théorique de 180 jours, ont été calculées pour les deux sexes; les relations entre le logarithme de la période d'intermue et la taille apparaissent à la figure 9. La pente de la droite obtenue pour les mâles (0.012) est très voisine de celle calculée par Mauchline (1977) pour le homard de Terre-Neuve (0.013). La relation entre la période d'intermue et la taille est illustrée à la figure 10 pour les deux sexes. On observe que la courbe des mâles se situe entre celles estimées par Mauchline (1977) et Easton (1981) pour le homard de Terre-Neuve.

2.4 COURBES DE CROISSANCE

La croissance annuelle est calculée en effectuant le produit de l'accroissement à la mue et de la probabilité de mue entre 5 et 12 ans pour les mâles et entre 6 et 12 ans, pour les femelles. Les paramètres de von Bertalanffy sont présentées au tableau 6 pour les deux sexes et pour les deux parties de l'archipel. Les courbes correspondantes apparaissent à la figure 11. Les courbes de croissance simulée obtenues par les relations taille-accroissement à la mue et taille-période d'intermue apparaissent à la figure 12. On observe que les valeurs calculées par cette technique sont équivalentes à celles obtenues par la relation taille-probabilité annuelle de mue entre 5 et 9 ans chez les mâles et entre 6 et 10 ans chez les femelles. L'écart augmente aux tailles supérieures mais demeure inférieur à 5% jusqu'à l'âge de 14 ans chez les mâles et de 13 ans chez les femelles.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats présentés dans ce travail indiquent que des différences existent entre les deux unités de population associées aux parties nord et sud des Iles, par rapport à la croissance. La période de mue, plus hâtive dans la partie sud que dans la partie nord et l'incidence de mue plus élevée dans la partie sud appuient l'hypothèse d'une température plus élevée des masses d'eau au sud de l'archipel, qui a déjà été présentée par Dubé et Grondin (1985). L'égalité des relations taille-accroissement à la mue et les différences observées entre les pourcentages annuels de mue entre les parties nord et sud des Iles sont conformes aux observations d'Ennis (1981) qui rapporte, pour la région de Comfort Cove (Terre-Neuve), que les variations annuelles d'accroissement à la mue sont négligeables d'une année à l'autre et que c'est plutôt l'autre composante de la croissance, soit le pourcentage annuel de mue, qui est susceptible de varier selon les conditions de température. Ces résultats sont également appuyés par les travaux de Conan (1978) qui compare pour les deux sexes les paramètres de régression entre les tailles pré-exuviales et post-exuviales dans 7 régions des maritimes et pour lesquelles aucune différence significative n'apparaît dans la majorité des paires de comparaisons. L'ensemble de nos résultats de croissance ainsi que nos observations sur les déplacements (Dubé 1984) et la maturité sexuelle du homard femelle (Dubé et Grondin 1985), vont dans la même direction et confirment la ségrégation du homard en deux unités de population correspondant aux parties nord et sud de l'archipel.

La comparaison des courbes de croissance calculées et ajustées par le modèle de von Bertalanffy avec les courbes de croissance simulée indique qu'un écart inférieur à 5% existe entre les âges de 5 et 14 ans pour les mâles et entre 6 et 13 ans pour les femelles. Puisque l'âge estimé à la taille commerciale (76 mm) correspond approximativement à 6 ans pour les mâles et 7 ans pour les femelles, nos résultats permettraient une estimation assez juste des tailles atteintes par le homard pendant 6 années d'exploitation à partir du recrutement à la pêche. Considérant les structures de tailles observées dans la population qui indiquent un taux d'exploitation élevé, nos données de croissance pourront être utilisées à l'intérieur d'un modèle de rendement par recrue (Dubé 1985, en prép.). L'utilisation conjointe des courbes calculées par le modèle de von Bertalanffy et les courbes de croissance simulée nous permettra d'identifier, aux différents taux de mortalité naturelle, les taux d'exploitation en deça desquels nos résultats de croissance ne permettent pas une estimation fiable du rendement par unité de recrue.

REMERCIEMENTS

A mesdames Isabelle Leblanc et Emélie Vigneau pour la transcription du texte, monsieur Paul Grondin pour les figures et monsieur Jacques Fréchette pour la révision du document.

REFERENCES

Aiken, D.E. 1973. Proecdysis, setal development, and molt prediction in the American lobster (Homarus americanus). J. Fish. Res. Board Can. 30, 1337-1344.

Aiken, D.E., and S.L. Waddy. 1980. Reproductive biology. -in: J.S. Cobb, and B.F. Phillips, (eds.). The biology and management of lobster. Volume 1, pp. 215-276. Academic Press, New-York.

1982. Cement gland development, ovary maturation, and reproductive cycles in the American lobster Homarus americanus. J. Crust. Biol. 2: 315-327.

Anomyme, 1978. Composition et mouvement des populations de homards. Aménagement portuaire de Leslie, Iles de la Madeleine, étude d'impact sur l'écosystème marin. Dossier d'étude C soumis au ministère des transports. Québec. 52 p.

Campbell, A. 1983. Growth of tagged American lobsters. Homarus americanus. in the Bay of Fundy. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1667-1675.

Conan, G.Y. 1978. Comparison between growths at molt of the European and American lobsters in different geographic locations, according to their sex and state of maturity. Int. counc. Explor. Sea C.M. 1978/K:18.34 p.

Cooper, R.A. 1970. Retention of marks and their effects on growth, behavior and migrations of the American lobster, Homarus americanus. Trans. Am. Fish. Soc. 95: 239-247.

Cooper, R.A. and J.R. Uzmann. 1977. Ecology of juvenile and adult clawed lobsters, Homarus americanus, Homarus gammarus, and Nephrops norvegicus, p. 187-208. in B.F. Phillips and J.S. Cobb (ed.) Workshop on lobster and rock lobster ecology and physiology. C.S.I.R.O. Div. Fish. Oceanogr. Circ. no 7.

Dobson, D. 1981. Long-term temperature monitoring program 1980. Bedford Inst. Oceanogr., Nova Scotia, Data series B1-D-81-3.

Dubé, P. 1984. Analyse des déplacements du homard (Homarus americanus) sur les côtes des Iles de la Madeleine, à partir des données de marquage et de recaptures, de 1978 à 1983. CSCPCA Doc. Rech. 84/37:98 p.

1985. Analyse du rendement en poids et en oeufs par unité de recrue du homard (Homarus americanus) des Iles de la Madeleine (en prép.).

Dubé, P. et P. Grondin. 1985. Maturité sexuelle du homard (Homarus americanus) femelle aux Iles de la Madeleine. CSCPCA Doc. Rech. 85/85.

Easton, M. 1981 (M.S). The intermoult period of the male lobster, Homarus americanus, at the Shag Rocks Placentia Bay.

Ennis, G.P. 1980. Recent and current Canadian research on growth of lobster in the wild, p. 9-15. in V.C. Anthony and J.F. Caddy (ed.) Proceedings of the Canada-U.S. work shop on status of assessment science for N.W. Atlantic lobster (Homarus americanus) stocks. St. Andrews. N.B., Oct. 24-26. 1978. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 932: 186 p.

1981. Variation in annual growth in a Newfoundland population of lobsters (Homarus americanus) in relation to temperature conditions. CAFSAC Res. Doc. 81/63.

Fogarty, J.M., K.A. Cooper, J.R. Uzmann, and T. Burns. 1982. Assessment of the USA offshore American lobster (Homarus americanus) fishery. Int. Counc. Explor. Sea. C.M. 1982/K:14:21 p.

Hepper, B.T. 1967. On the growth at moulting of lobsters (Homarus vulgaris) in Cornwall and Yorkshire. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 47: 629-643.

Hiatt, R.W. 1948. The biology of the lined shore crab. Pachygrapsus crassipes Randall. Pac. Sci. 2 : 135-213.

Kurata, H. 1962. Studies on the age and growth of Crustacea. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. 24: 1-115.

Lamoureux, P., P. Dubé, P.E. Lafleur et J. Fréchette. 1983. Problématique de l'échantillonnage du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) et du homard (Homarus americanus) et analyse du système d'échantillonnage au Québec, p. 279-290 dans W.G. Doubleday and/et D. Rivard (ed./éd.) Sampling commercial catches of marine fish and invertebrates. Publ. spec. can. sci. halieut. aquat. 66.

Laws, E.A. and J.W. Archie. 1981. Appropriate use of regression analysis in marine biology. Mar. Biol. 65 : 13-16.

Mauchline, J. 1976. The Hiatt growth diagram for Crustacea. Mar. Biol. 35 : 79-84.

1977. Growth of shrimps, crabs and lobsters - an assessment. J. Cons., Cons. Int. Explor. Mer 37 (2) : 162-169.

Ricker, W.E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. Fish. Res. Board Can. 191F : 409 p.

Russel, H. 1980. The determination of growth rates for American lobsters, p. 2-7. in V.C. Anthony and J.F. Caddy (ed.) Proceeding of the Canada-U.S. workshop on status of assessment science for N.W. Atlantic lobster (Homarus americanus) stocks. St. Andrews. N.B., Oct. 24-26. 1978. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 932:186 p.

Scarratt, D.J., and P.F. Elson. 1965. Preliminary trials of a tag for salmon and lobsters. J. Fish. Res. Board Can. 22:421-423.

Sokal, R.R. and F.J. Rohlf, 1981. Biometry. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 859 p.

Zar, H.Z. 1974. Biostatistical analysis. Prenctice-Hall biological sciences series, N.J. 620 p.

Tableau 1. Résultats des analyses de covariance des droites de régression entre la longueur pré-exuviale et post-exuviale des homards mâles et femelles. Test du F sur le parallélisme (P) et l'égalité (E) des droites ($P > 0,05$).

Aires et Année de Recapture	Mâles			Femelles		
	N	P	E	N	P	E
Nord 1982	82	1.02 N.S.	13.72*	106	3.50 N.S.	0.53 N.S.
Nord 1983	55			48		
Nord 1982	82	1.12 N.S.	14.4*	106	3.32 N.S.	8.49 *
Sud 1983	44			21		
Nord 1983	55	3.20 N.S.	0.12 N.S.	48	0.06 N.S.	1.86 N.S.
Sud 1983	44			21		

* Différence significative
N.S. Différence non significative

Tableau 2. Epreuve du F sur la déviation de la linéarité des droites de régression entre la longueur pré-exuviale et post-exuviale des homards recapturés en 1983 dans les parties nord et sud de l'archipel et pour les deux régions regroupées (n correspond au nombre d'observation et K au nombre de groupes) ($P > 0.05$).

Région	N	K	Carré moyen des résidus			F
			Régression	Déviation de la linéarité	Intra-groupe	
			Mâles			
Nord	55	28	6864.76	5.99	3.38	1.77 N.S.
Sud	44	24	3890.07	4.41	3.14	1.41 N.S.
Groupées	99	36	10792.97	4.46	4.18	1.11 N.S.
			Femelles			
Nord	48	24	2512.44	4.29	5.33	0.81 N.S.
Sud	21	18	966.05	3.96	3.06	1.30 N.S.
Groupées	69	29	3526.96	3.03	5.54	0.55 N.S.

Tableau 3. Paramètres A et B des régressions linéaires de modèles I et II (LT + 1 = A + (B x LT)) entre la taille pré-éxuviale (LT) et post-exuviale (LT + 1) des homards marqués en 1981 et recapturés en 1983 dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine et dans les deux régions combinées (α = 0.05).

Région	N	R^2	Modèle I			Modèle II		
			A	B	B ± écart-type	A	B	B ± Ecart-type
					Mâles			
Nord	55	0.97	3.68	1.11	1.05 - 1.16	2.07	1.13	1.07 - 1.18
Sud	44	0.96	-3.10	1.19	1.12 - 1.27	-5.03	1.22	1.14 - 1.29
Groupées	99	0.96	1.50	1.13	1.09 - 1.18	-0.27	1.15	1.11 - 1.20
					Femelles			
Nord	48	0.92	11.47	0.97	0.89 - 1.06	8.21	1.02	0.93 - 1.10
Sud	21	0.93	13.69	0.96	0.83 - 1.08	11.06	0.99	0.86 - 1.12
Groupées	69	0.92	12.76	0.96	0.89 - 1.03	9.67	1.00	0.93 - 1.07

Tableau 4. Incidence de mue des homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 dans les parties nord (aires # 4, 6) et sud (aires# 1, 2, 3) des Iles-de-la-Madeleine (classes de 5 mm).

Longueur du céphalothorax (mm)	♂♂				♀♀			
	Nord		Sud		Nord		Sud	
	%	N	%	N	%	N	%	N
63	100	4	100	6	100	10	100	9
68	96.7	30	100	16	90.0	49	100	5
73	86.1	43	92.3	26	89.1	55	100	10
78	88.1	42	86.2	29	77.0	52	90.9	11
83	67.3	49	74.2	31	55.2	29	88.9	9
88	58.3	36	76.0	25	28.6	7	33.3	3
93	44.4	18	66.6	6	0	1	-	-
98	36.4	11	50.0	4	-	-	-	-
103	14.3	7	66.6	3	-	-	-	-
108	0	2	0	2	-	-	-	-
113	0	2	-	-	-	-	-	-
118	-	1	-	-	-	-	-	-
Total	-	245	-	148	-	203	-	47

Tableau 5. Coefficients des polynomes de régression de degré 1 ($P = A - (B \times \ell)$) et de degré 2 ($P = Ao + B1\ell + B2\ell^2$) entre le pourcentage annuel de mue (P) et la longueur du céphalothorax (ℓ) au marquage, pour les homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 dans les parties nord (aires # 4, 6) et sud (aires # 1, 2, 3) des Iles-de-la-Madeleine. La longueur est exprimée en mm.

Région	Sexe	N	Degré 1			Degré 2			
			A	B	R^2	Ao	B_1	B_2	R^2
Nord	♂ ♂	245	242.2	2.1	0.97	215.5	-1.5	-0.003	0.97*
Nord	♀ ♀	204	317.3	3.3	0.91	-369.2	14.6	-0.115	0.99*
Sud	♂ ♂	148	216.4	1.7	0.75	-72.0	5.2	-0.041	0.82**
Sud	♀ ♀	47	247.7	2.2	0.59	-901.9	28.7	-0.204	0.88***

* Y = 100 si X < 68

** Y = 100 si X ≤ 68

*** Y = 100 si X < 78

Tableau 6. Paramètres de croissance de von Bertalanffy des homards mâles et femelles dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine et dans les deux régions regroupées.

Région	Sexe	$L\infty$	K	To
Nord	♂ ♂	126.25	0.192	1.46
Sud	♂ ♂	134.18	0.190	1.78
Groupées	♂ ♂	129.84	0.192	1.64
Nord	♀ ♀	103.81	0.291	2.82
Sud	♀ ♀	107.75	0.285	2.95
Groupées	♀ ♀	105.86	0.288	2.89

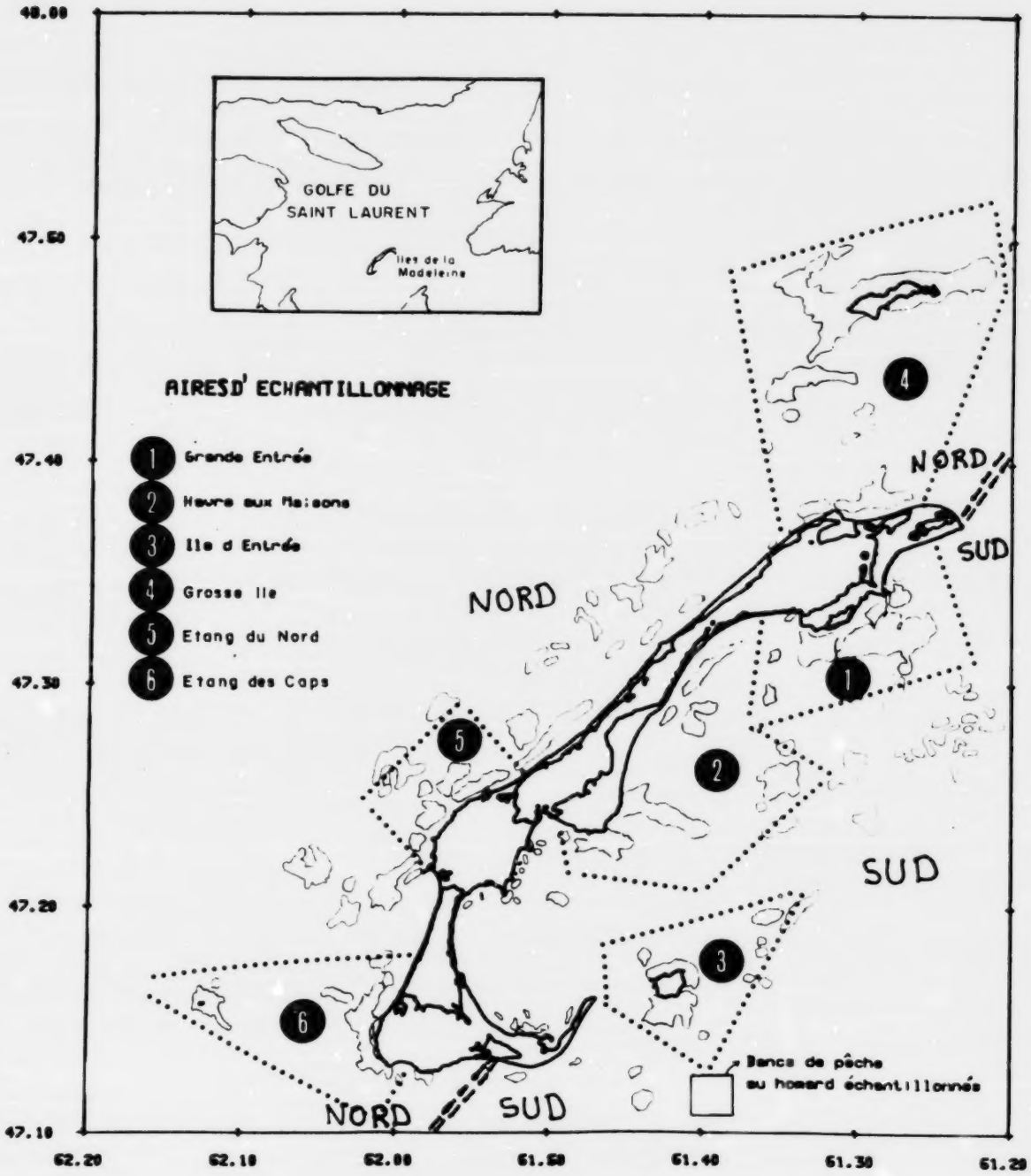


Figure 1. Carte des Iles-de-la-Madeleine illustrant 6 aires d'échantillonnage en 1983, et des parties nord et sud de l'archipel.

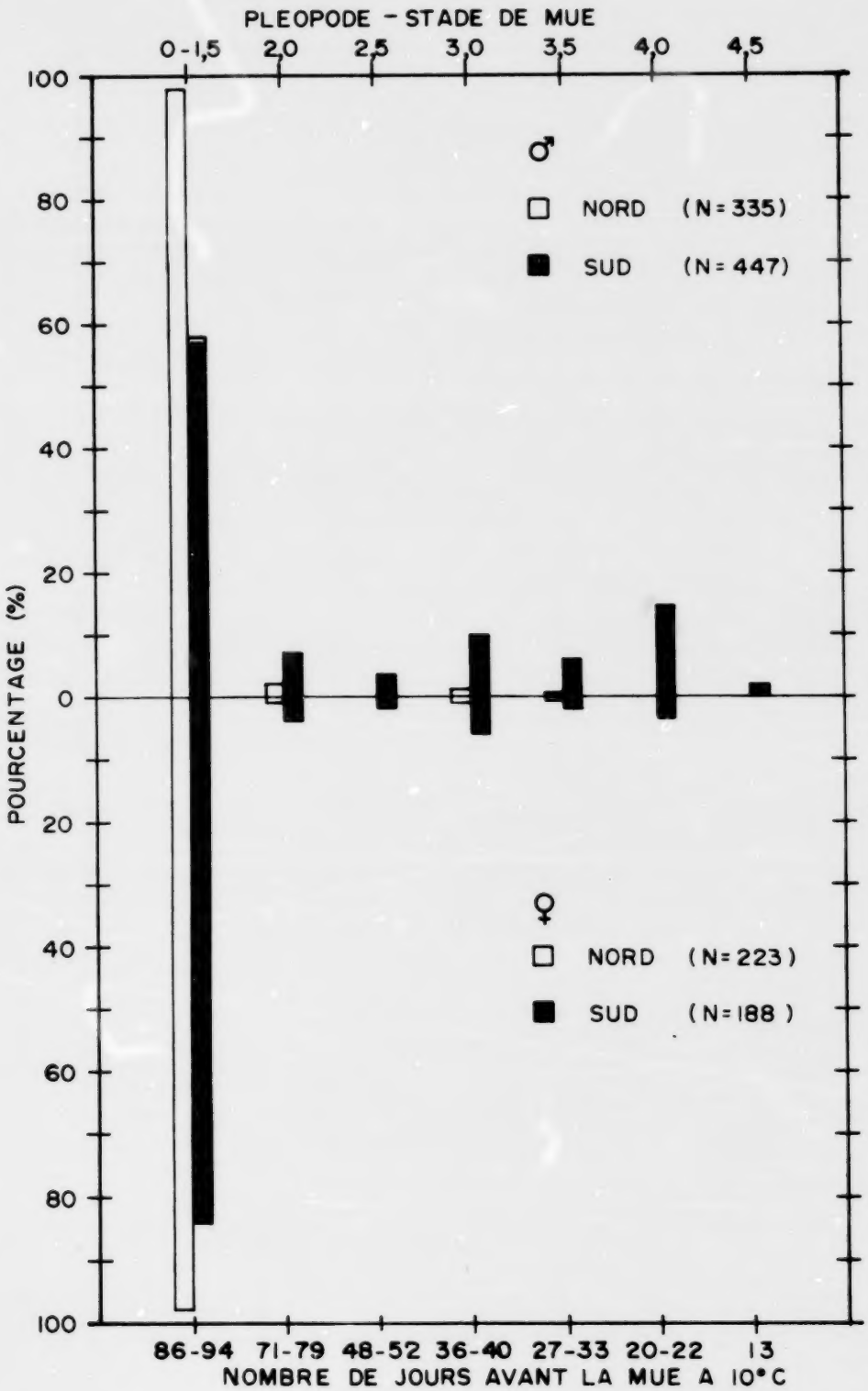


Figure 2. Stades de développement des pléopodes d'après les critères d'Aiken (1973) et nombre de jours précédant la mue à 10°C pour les homards mâles et femelles capturés du 22 au 29 juin 1983 dans les parties nord et sud des Iles de la Madeleine.

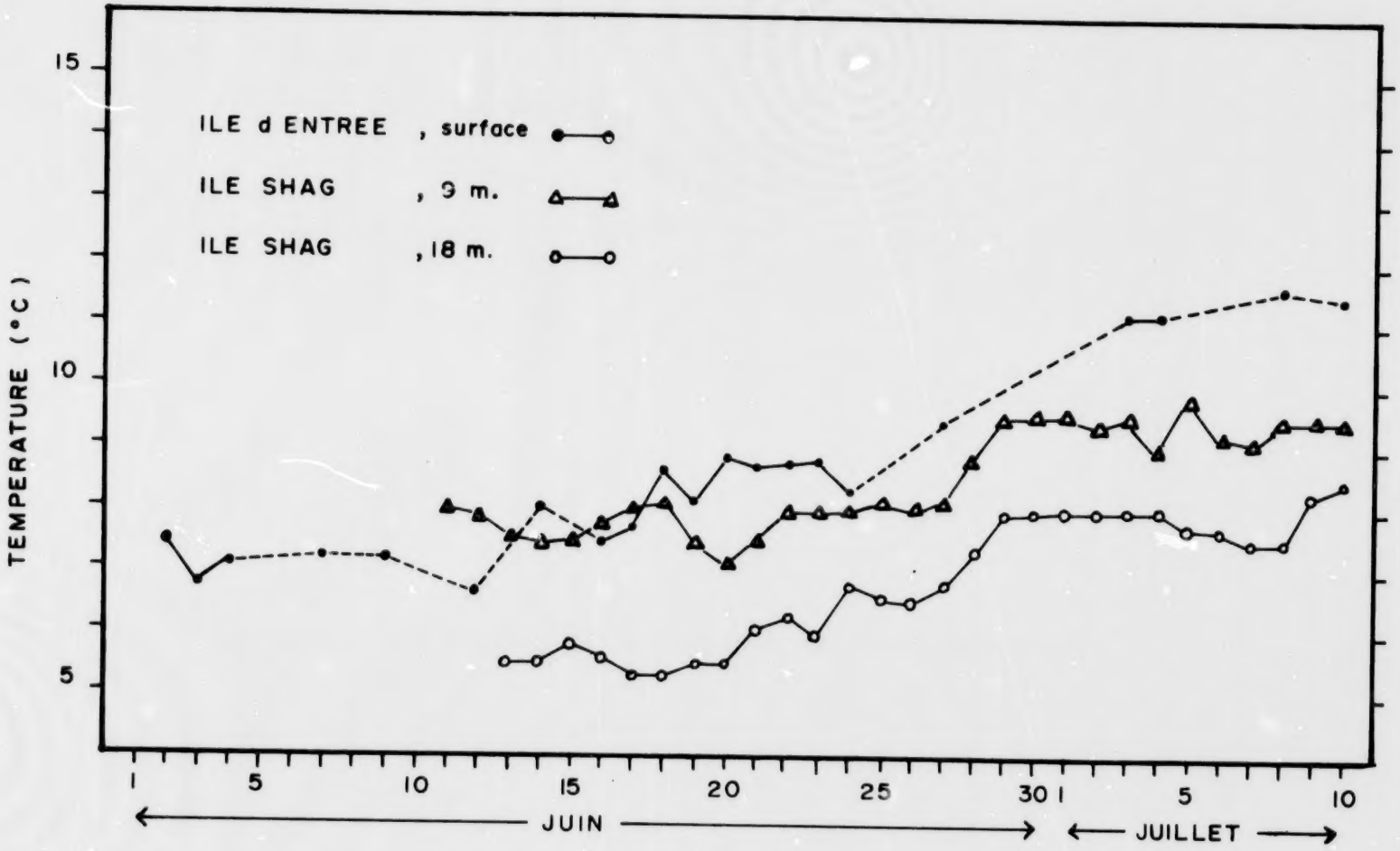


Figure 3. Evolution journalière de la température de l'eau de surface à l'Ile-d'Entré et des températures de fond mesurées à 9 mm et 18 mm à l'Ile aux Cormorans, Iles-de-la-Madeleine, du 1er juin au 10 juillet 1981.

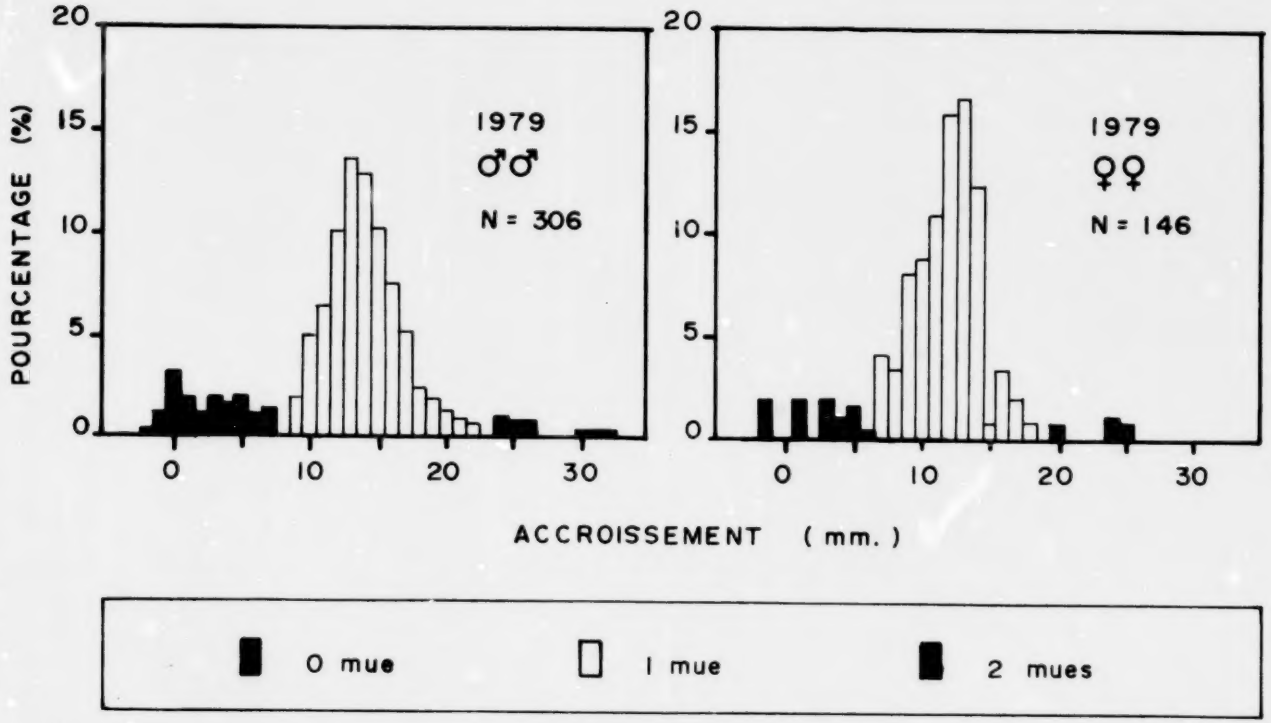


Figure 4. Histogrammes d'accroissements de taille (longueur du céphalothorax) des homards mâles et femelles marqués dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine (aires # 1, 4) en 1979.

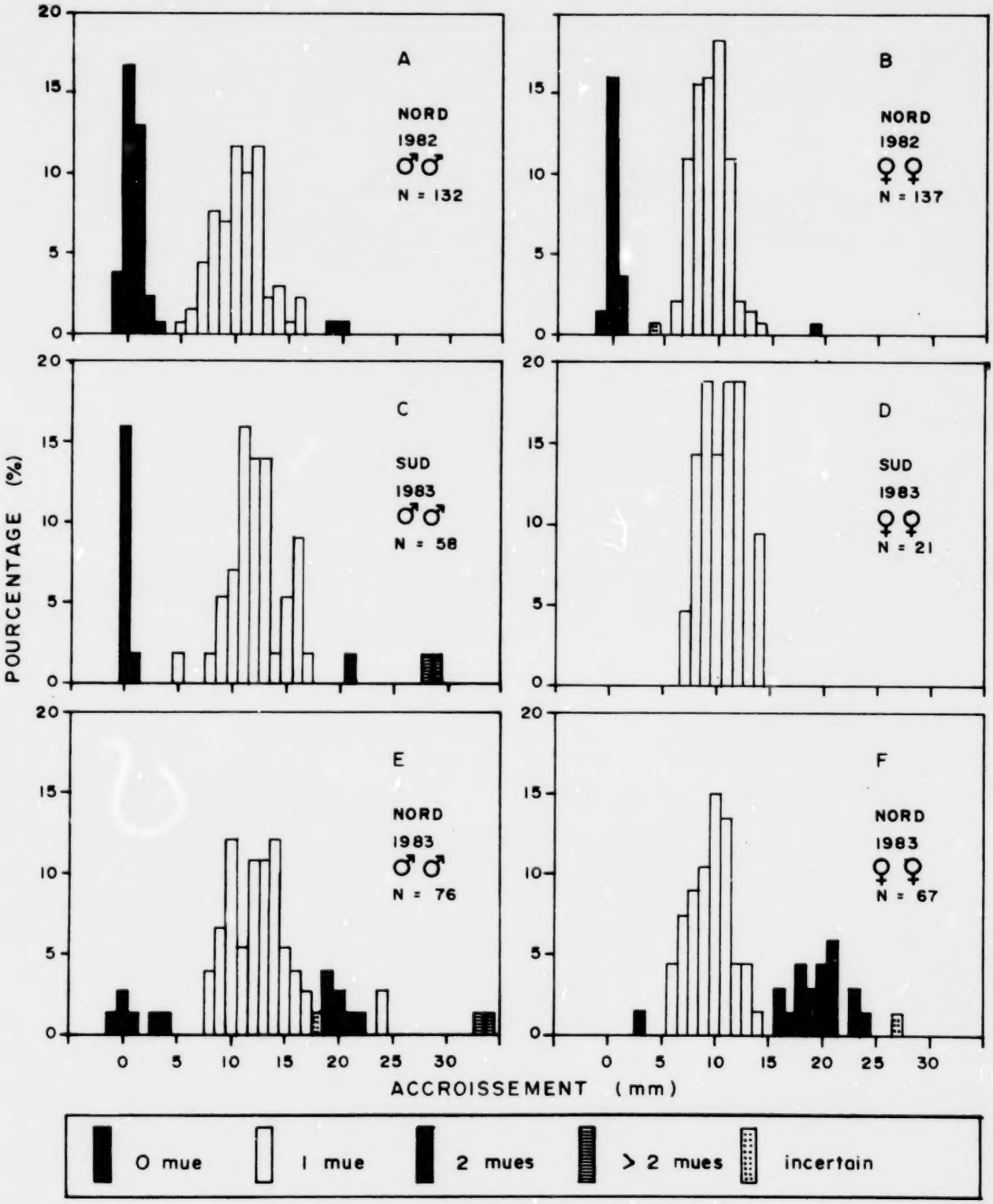


Figure 5. Histogrammes d'accroissements de taille (longueur du céphalothorax) des homards mâles et femelles marqués dans la partie nord des Iles-de-la-Madeleine (aires # 6), recapturés en 1982 (A, B), marqués dans la partie sud (aires # 2, 3), recapturés en 1983 (C,D) et marqués dans la partie nord (aires #6), recapturés en 1983.

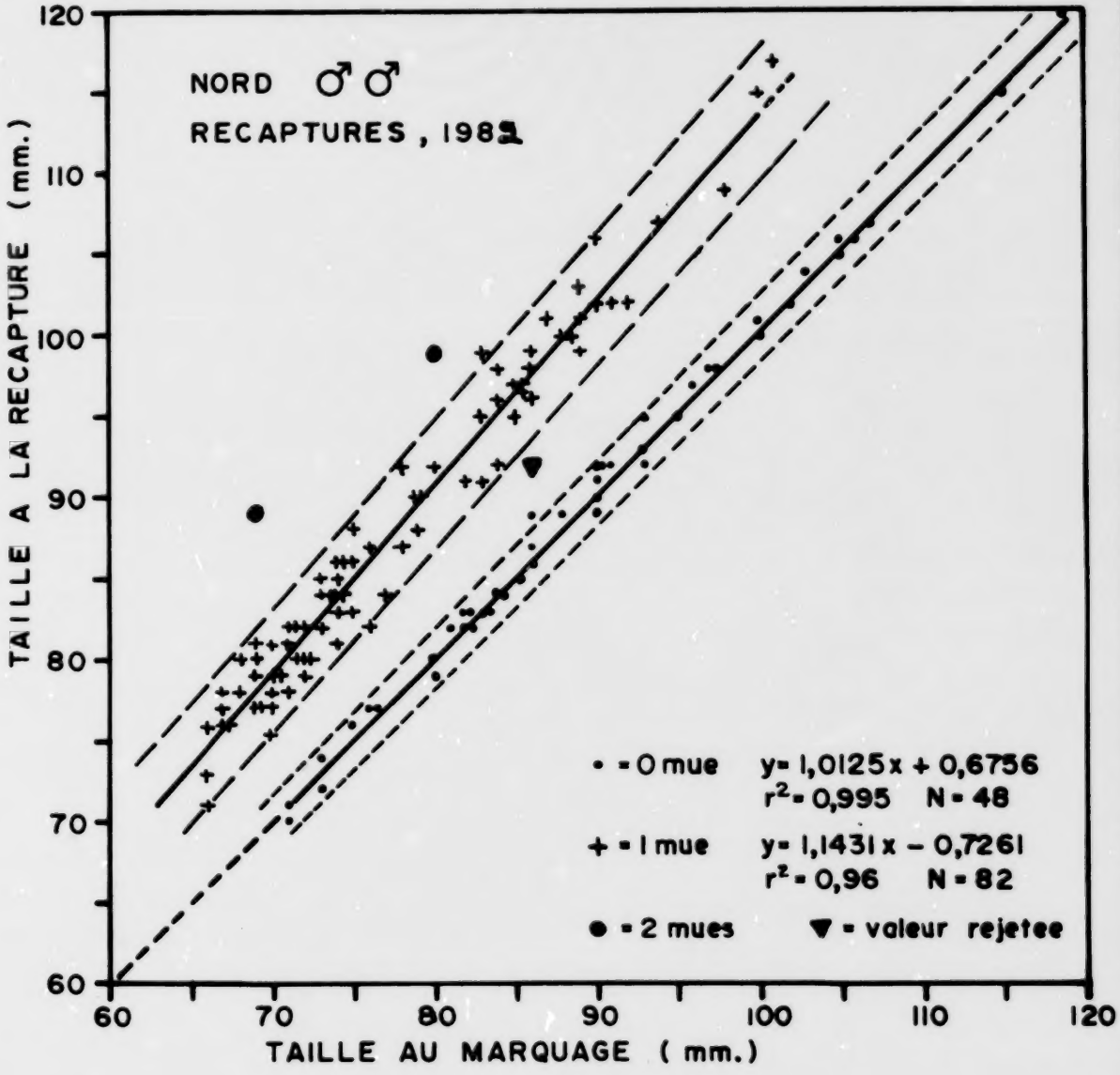


Figure 6A. Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards mâles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1982. Intervalles de prédiction des droites associés à 0 et 1 mue (α= 0.05).

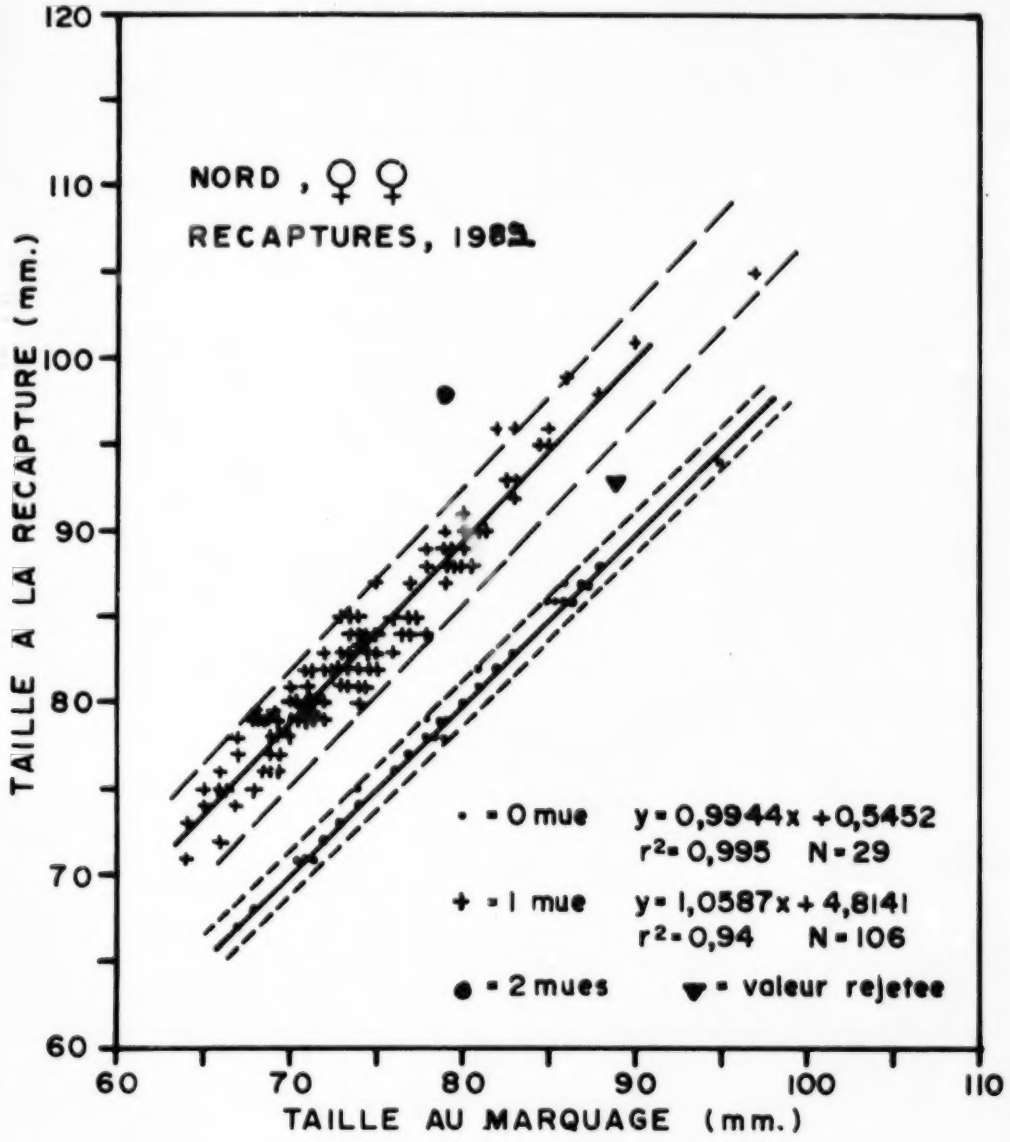


Figure 6B. Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards femelles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1982. Intervalles de prédiction des droites associées à 0 et 1 mue (α = 0.05).

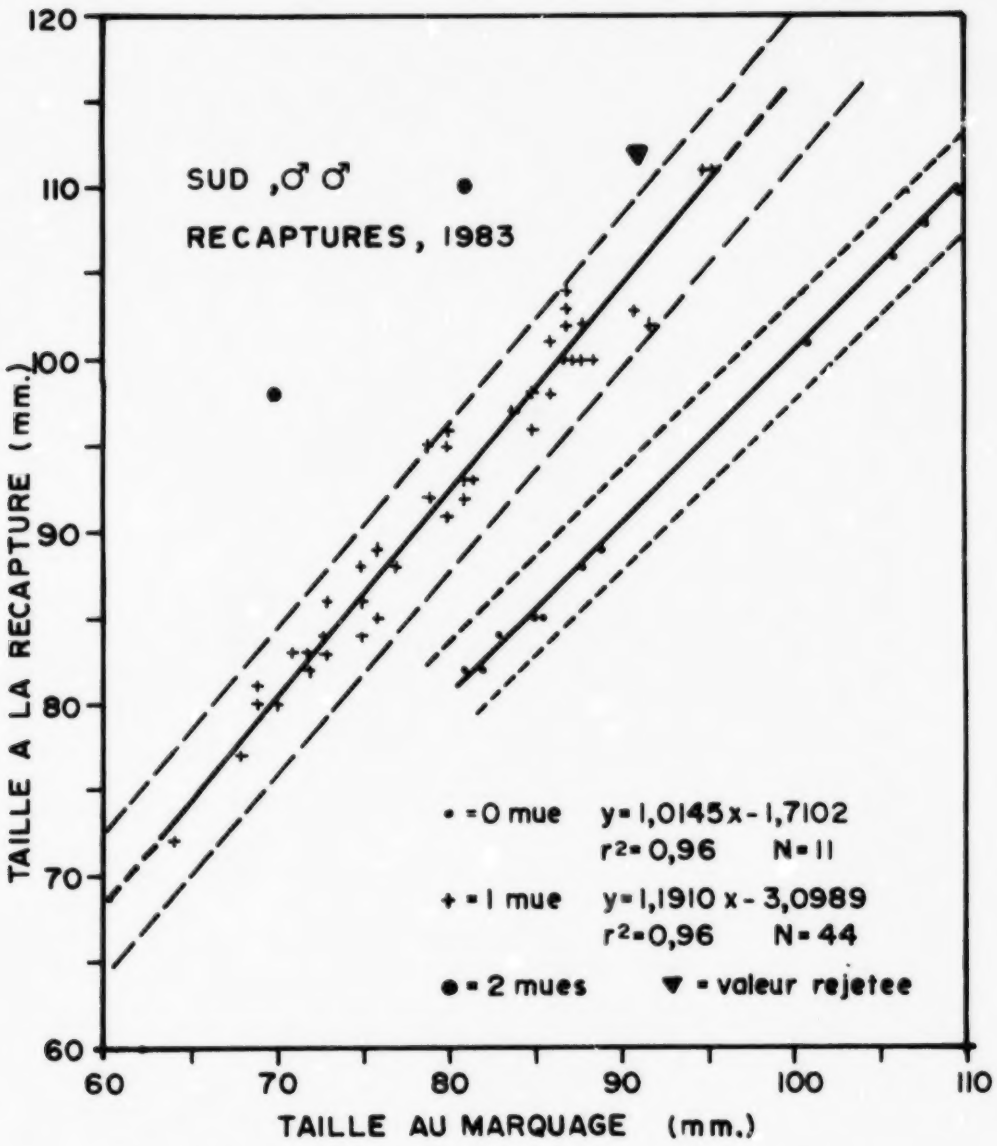


Figure 6C. Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards mâles marqués dans la partie sud (aires #2,3) après la période de mue de 1981 et recapturés en 1983. Intervalles de prédiction des droites associés à 0 et 1 mue (α = 0.05).

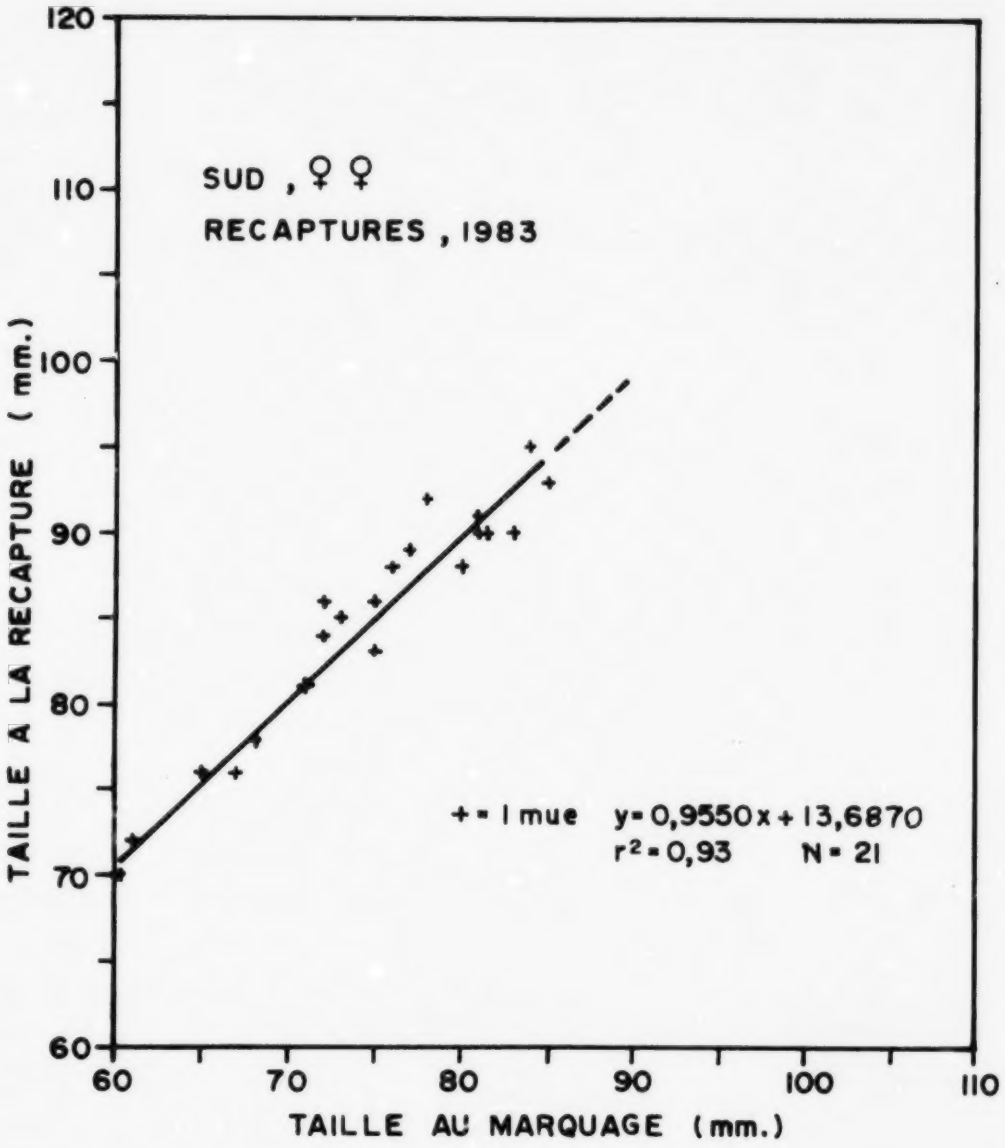


Figure 6D. Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards femelles marqués dans la partie sud (aires # 2,3) après la période de mue de 1981 et recapturés en 1983.

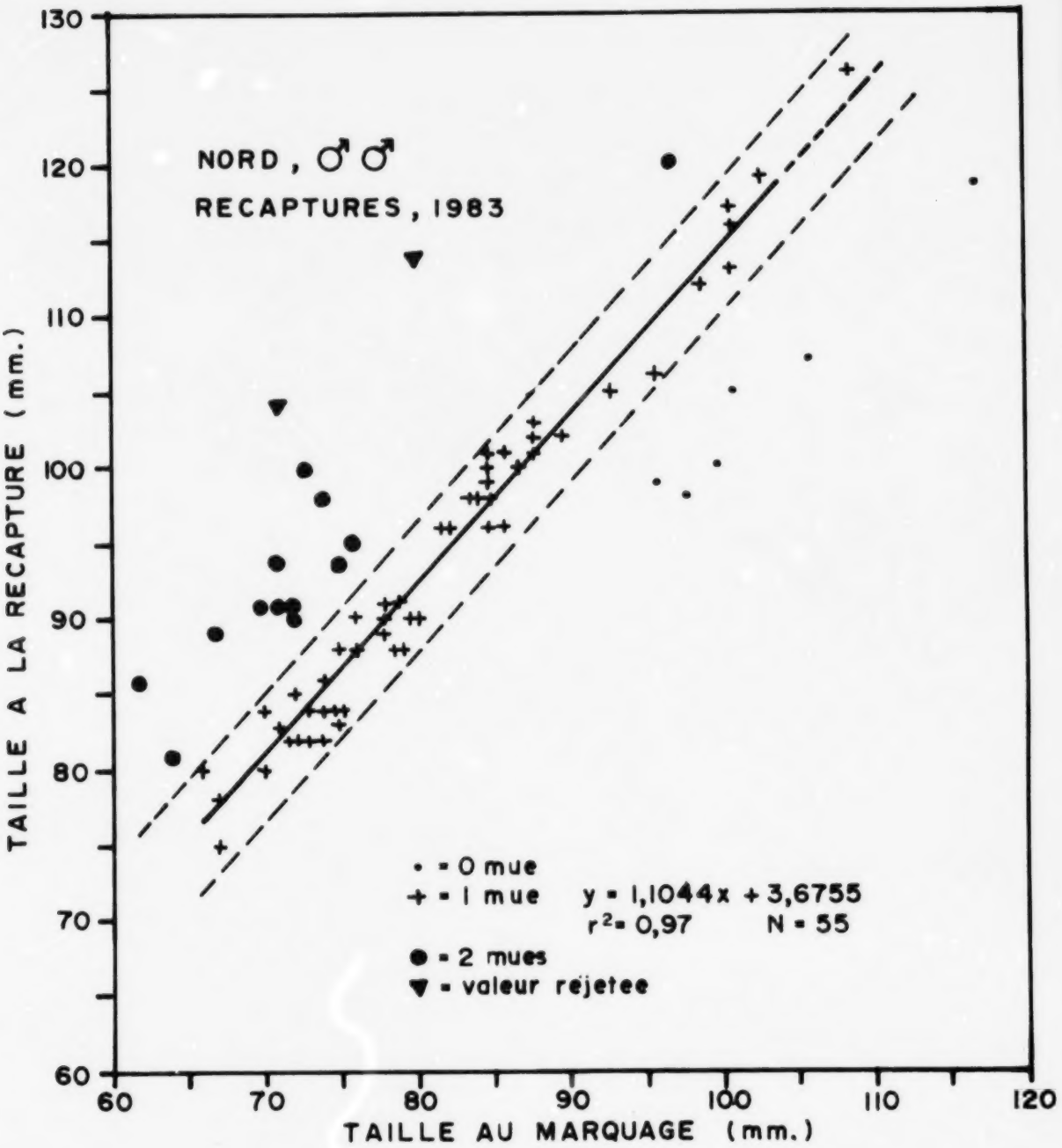


Figure 6E. Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards mâles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1983. Intervalles de prédiction associés à 1 mue (α = 0.05).

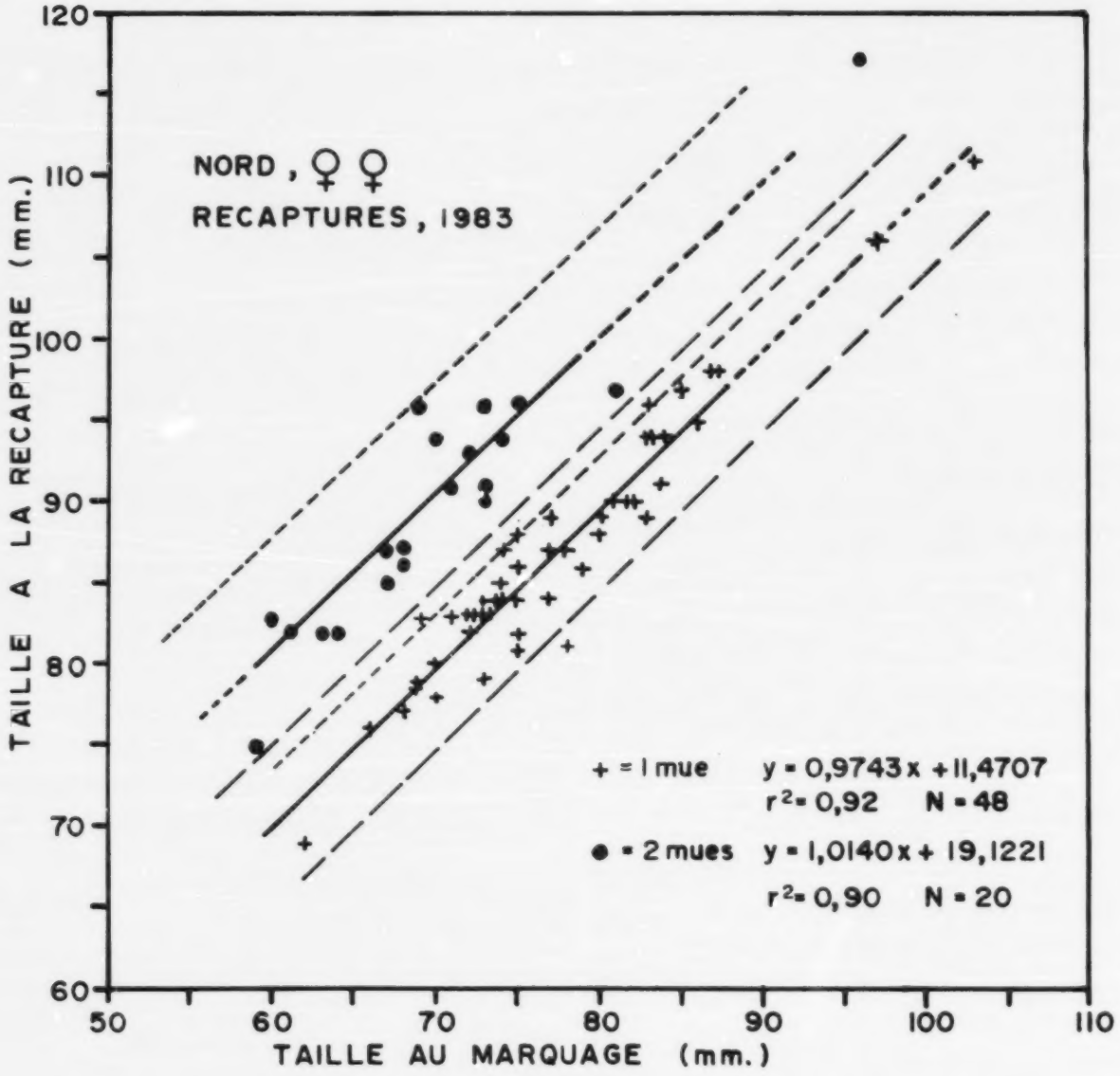


Figure 6F. Relation entre la longueur du céphalothorax au marquage et à la recapture des homards femelles marqués dans la partie nord (aire # 6) avant la période de mue de 1981 et recapturés en 1983. Intervalles de prédiction associés à 1 et 2 mues (α = 0.05).

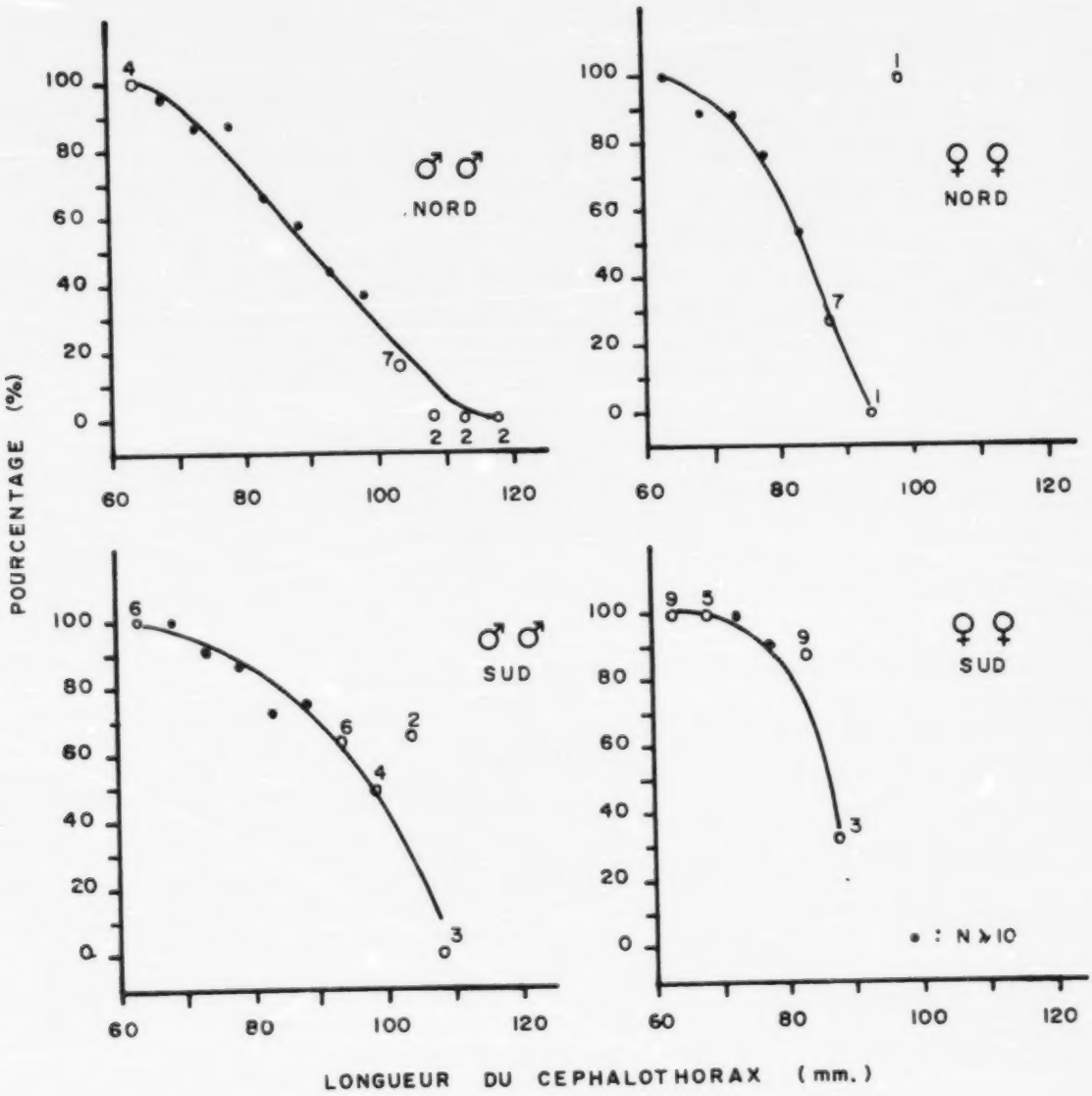


Figure 7. Relation entre le pourcentage annuel de mue et la taille au marquage des homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 dans les parties nord (aires # 4, 6) et sud (aires # 1, 2, 3) des Iles de la Madeleine. (Les chiffres adjacents aux points correspondent aux nombres d'observations).

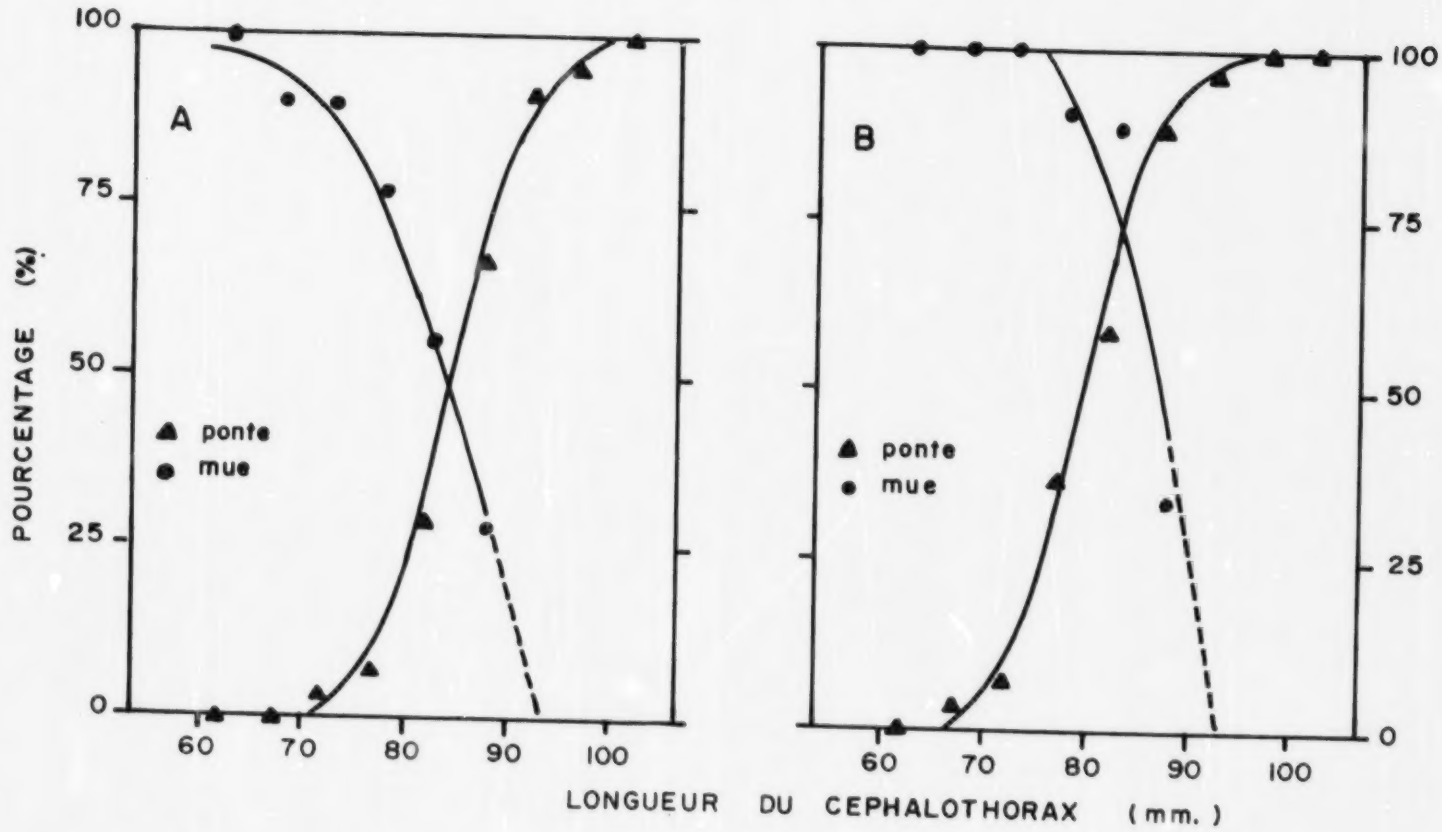


Figure 8. Probabilités annuelles de ponte et de mue du homard femelle dans les parties nord (A) et sud (B) des Iles-de-la-Madeleine (données sur la ponte tirées de Dubé et Grondin 1985).

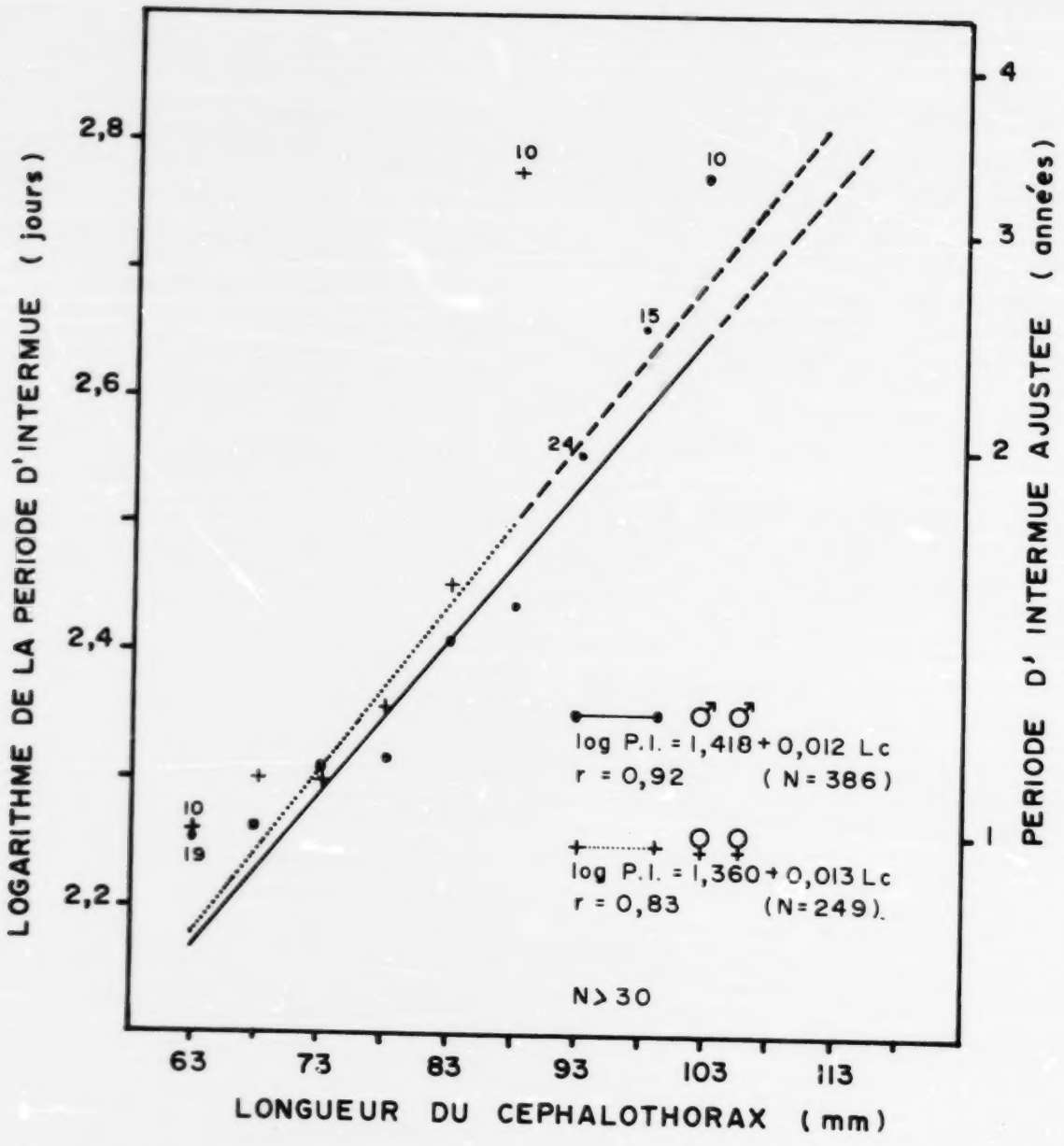


Figure 9. Régression linéaire pondérée par le nombre d'observations entre le logarithme de la période d'intermue estimée et la taille des homards mâles et femelles marqués en 1979 et 1981 aux Iles de la Madeleine (saison de croissance de 180 jours). (Les chiffres adjacents aux points correspondent aux nombres d'observations).

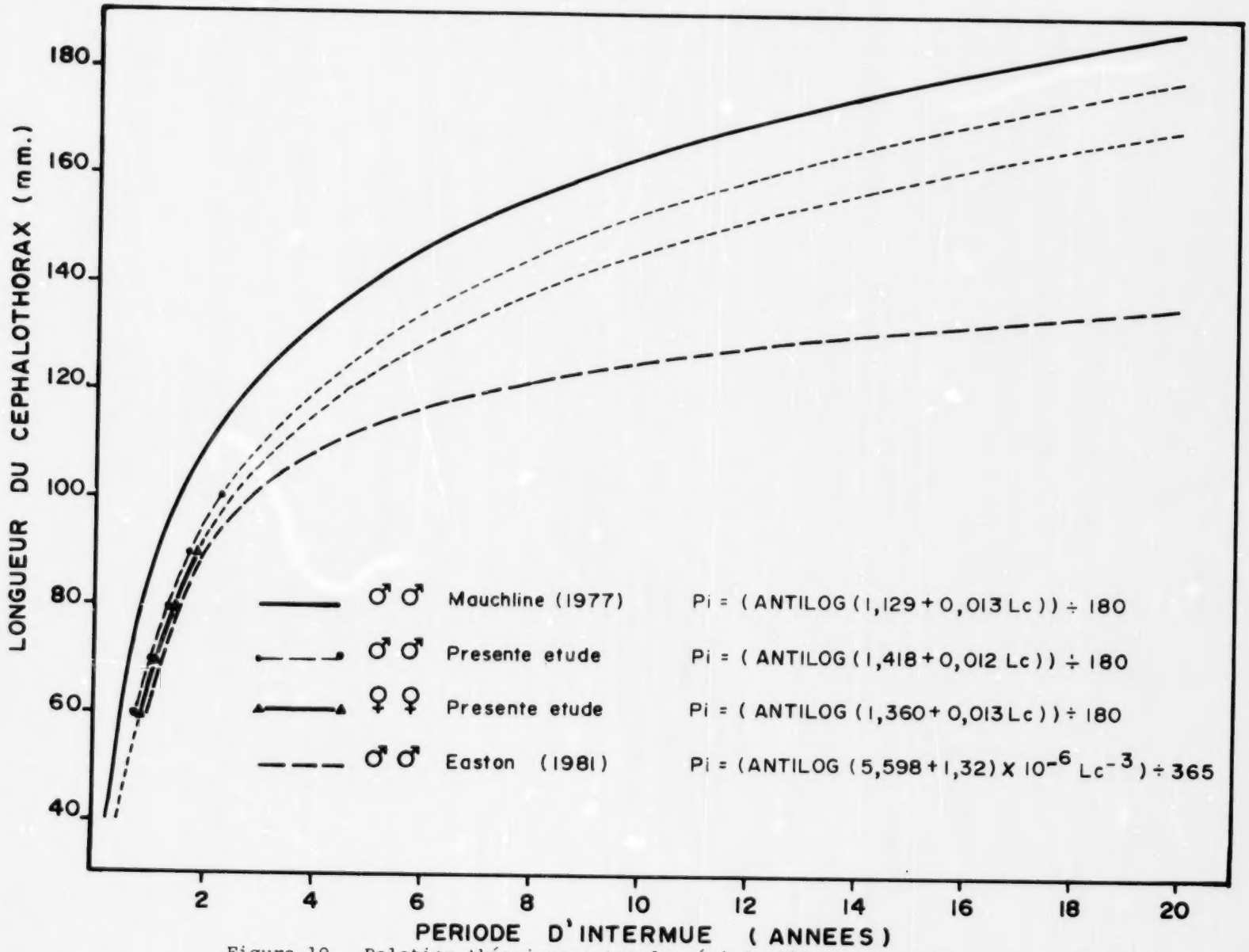


Figure 10. Relation théorique entre la période d'intermue et la longueur du céphalothorax pour le homard des deux sexes des Iles-de-la-Madeleine et pour le homard mâle de Terre-Neuve.

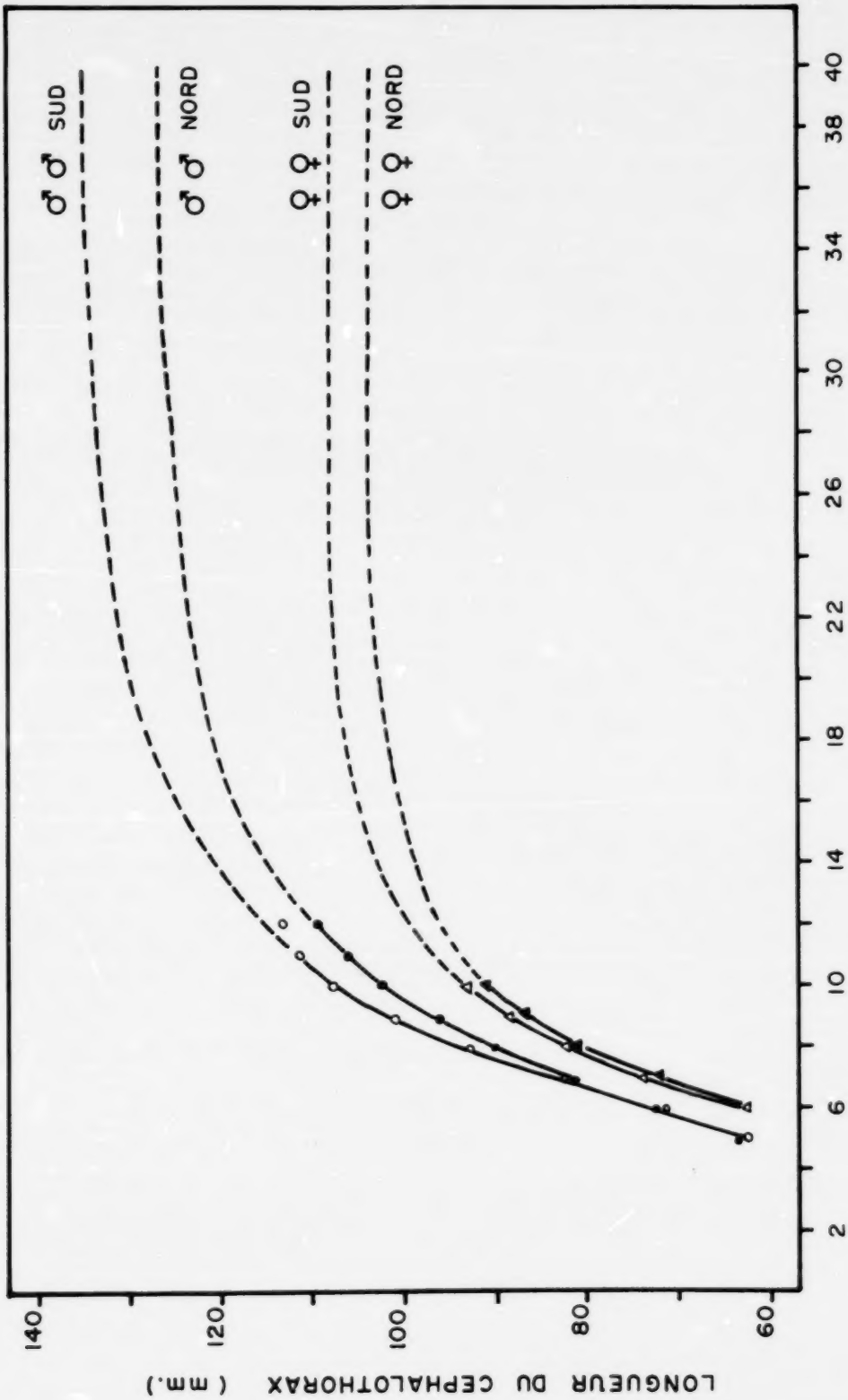


Figure 11. Courbes de croissance de von Bertalanffy des homards mâles et femelles dans les parties nord et sud des Iles-de-la-Madeleine.

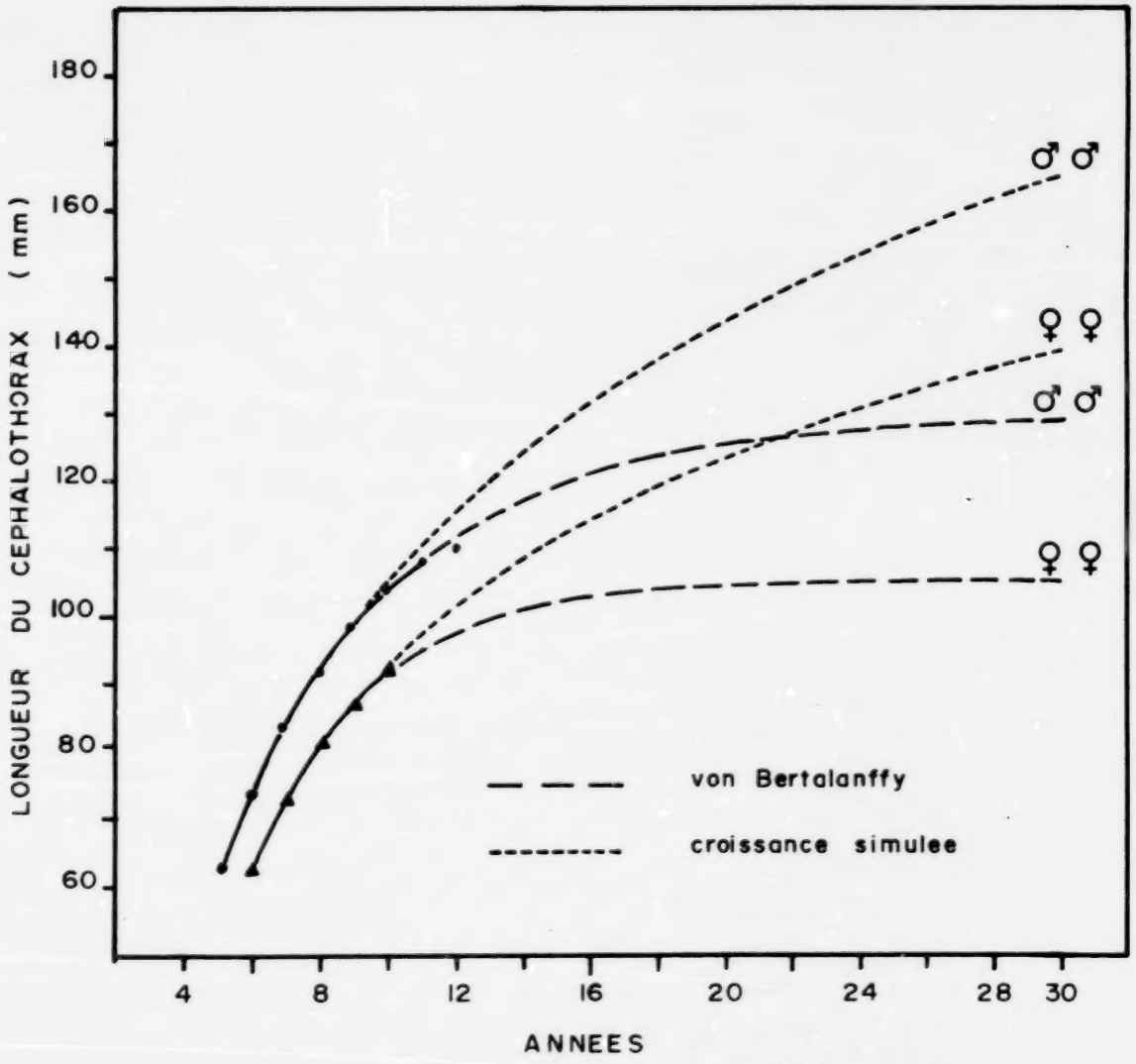


Figure 12. Courbes de croissance de von Bertalanffy estimées par le produit de l'accroissement à la mue et de la probabilité annuelle de mue et courbes de croissance simulées à partir de l'accroissement à la mue et de la période théorique d'intermue pour le homard des deux sexes des Iles-de-la-Madeleine.